

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM

EQUIPMENT TECHNOLOGIES MATERIALS

AVADANLIQLAR, TEXNOLOGİYALAR, MATERIALLAR

VOLUME 18 (05) ISSUE 06 2023

CİLD 18 (05) BURAXILIŞ 06 2023



<http://emtasoiu.com/index.php/en/archives>

<https://bsj.fisdd.org/index.php/etm>

Platform &
workflow by
OJS/PKP

The beautiful thing about learning is nobody can take it away from you—B. B. King

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM

EQUIPMENT TECHNOLOGIES MATERIALS

AVADANLIQLAR, TEXNOLOGİYALAR, MATERIALLAR

VOLUME 18 (05) ISSUE 06 2023

CİLD 18 (05) BURAXILIŞ 06 2023

CROSSREF

FREESIA ISDSJ

DISSEMINATION SCORES 2023 – 4.77

QUALITY FACTOR 2023 – 1.3

AZERBAIJAN BAKU 2023



ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055

ETM

REFERRED & REVIEWED JOURNAL

VOLUME 18 (05) ISSUE 06 2023

Publisher Management Board Member: Ibrahim Habibov.
Publisher Technical & Reviewer Team Member: Zuleykha Eyvazova.
Publisher Technical & Reviewer Team Member: Zohra Garayeva.

Nəşriyyatın İdarə Heyətinin Üzvü: İbrahim Həbibov.
Nəşriyyatın Texniki və Resəzənt Qrupun Üzvü: Züleyxa Eyvazova.
Nəşriyyatın Texniki və Resəzənt Qrupun Üzvü: Zöhrə Qarayeva.

©Publisher: Azerbaijan State Oil and Industry University. I/C 1400196861 (Azerbaijan).
Acting rector: Vazeh Asgarov. Doctor of Technical Sciences. Professor.
Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.
©Editorial office: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.
©Typography: Azerbaijan State Oil and Industry University I/C 1400196861 (Azerbaijan).
Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ 1010.

©Nəşriyyat: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti. VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).
RVİE: Vazeh Əsgərov. Texnika Elmləri Doktoru. Professor.
Qeydiyyat ünvanı: Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.
©Redaksiya: Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.
©Mətbəə: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti VÖEN 1400196861 (Azərbaycan).
Qeydiyyat Ünvanı: Azadlıq prospekti, 20. Bakı Azərbaycan, AZ1010.

©Publisher: ICRET. MTÜ (Estonia, Tallinn), R/C 80550594.
Director and Founder: Seyfulla İsayev (Azerbaijan).
Deputy and Founder: Namiq İsayev. PhD in Business Administration. (Azerbaijan).
©Editorial office / Redaksiya: Harju maakond, Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva mnt 5, 10117
Telephones / Telefonlar:; +994 55 241 70 12 (Whatsapp); +994 55 280 70 12 +994 51 864 88 94.
Website/Veb səhifə: <https://bsj.fisdd.org/>; <https://bsj.fisdd.org/index.php/etm>
E-mail: sc.mediagroup2017@gmail.com
©Nəşriyyat: MTÜ Beynəlxalq Tədqiqat, Təhsil & Təlim Mərkəzi. Q/N 80550594.
Direktor və Təsisçi: Seyfulla İsayev (Azərbaycan).
Direktorun müavini və Təsisçi: Namiq İsayev. PhD. Biznesin İdarə Olunması. (Azərbaycan).

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, UDC: 62 (051) (0.034)
EQUIPMENT TECHNOLOGIES MATERIALS

Accepted for publication in this edition 10.12.2023



© LLC ASOİU, © MTÜ IRETC. All rights reserved. Reproduction, store in a retrieval system, or transmitted in any form, electronic or any publishing of the journal permitted only with the agreement of the publishers. The journal is published and is shared in soft copy only. Publishing the journal in hard copy is prohibited. The editorial board does not bear any responsibility for the contents of advertisements and papers. The editorial board's views can differ from the author's opinion. The journal was published and issued by The Southern Caucasus Media.

© MMC ADNSU, © MTÜ ICRET. Bütün hüquqlar qorunur. Jurnalın hər hansı bir nəşrinin çoxalma, axtarış sistemində saxlanması və ya istənilən formada ötürülməsi, elektron çıxarılması yalnız nəşriyyatların razılığı ilə icazə verilir. Redaksiya heyəti reklam və yazıların məzmununa görə heç bir məsuliyyət daşımır. Redaksiya heyətinin fikirləri müəllifin fikirindən fərqli ola bilər. Cənubi Qafqaz Media tərəfindən nəşr olunan və buraxılmış jurnal.

TABLE OF CONTENTS

Агали Гулиев, Айнур Шарифова, Зохра Гараева ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ АРМАТУРЫ И ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛИ ИЗ СТАЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ИХ РАБОТЫ.....	4
Gasim Mammadov, Isgandar Aliyev TO ISSUE INCREASING THE EFFICIENCY OF THE MASS TRANSFER PROCESS IN AGITATORS	17
Qasim Mammadov, Zenfira Huseynli, Orkhan Ismaylzada CALCULATION OF WELLHEAD PARTS.....	27
Elman Aliyev, Konul Amirmatova IMPROVEMENT OF CONSTRUCTION FITTINGS PRODUCTION TECHNOLOGY AS A STEP IN THE DEVELOPMENT OF CLEANER PRODUCTION.....	36
Fikrət Yusubov ƏYLƏC KÜNDƏSİ MATERIALLARININ SÜRTÜNME PROSESİNİN ANOVA VASİTƏSİLƏ STATİSTİK ÖYRƏNİLMƏSİ.....	44
Niyaz Zeynalov, Tərlan Fərəcov SANQAÇAL TERMİNALINDA EKOLOJİ PROBLEMLƏRİN ARADAN QALDIRILMASINDA İSTİFADƏ OLUNAN KOMPRESSORLAR.....	52
Naila Gasanova, Rafiqa Shahmarova, Rabiyya Najafgulyeva INFLUENCE OF PROCESSING MODES ON ACCURACY AND SHRINKAGE OF THREADED PLASTIC PARTS OF OILFIELD EQUIPMENT.....	60
Zuleikha Eyvazova, Sevinc Mehdiyeva STUDY OF OPTIMIZATION OF THE STRUCTURAL DESIGN OF SUPPORT UNITS OF PUMPJACKS.....	66
Nazim Ibrahimov, Elchin Aliyev RESEARCH ON INCREASING THE HARDENING OF A GEAR REDUCER USING PLASMA TECHNOLOGY.....	76
Azər Qasımlı, Elşən Əliyev LAYDAN NEFTİN SIXIŞDIRILMASINA TƏSİR EDƏN AMİLLƏR.....	82
Qasimov Qasim, Aybəniz Əliyeva NƏQLİYYAT GECİKMƏSİ NƏZƏRƏ ALINMAQLA QAPALI APARATDA İSTİLİK-RÜTUBƏT DƏYİŞMƏSİNİN HESABLANMASI.....	88
Niyaz Zeynalov TƏMİR İŞLƏRİNDƏ PAKERİN NASOS-KOMPRESSOR BORULARI SİSTEMİNİN DAYANIQLIĞININ İTİRİLMƏ EFEKTİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ.....	94
Ибрагим Габиров, Дума Дмитрий МОДИФИКАЦИЯ КЛАПАНА НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО НАСОСА.....	102
Zenfira Huseynli, Ali Mansurov, Gulshad Aghayeva, Rovshana Aliyeva INCREASING THE PERFORMANCE OF CHRISTMAS TREES IN SANDY CONDITIONS.....	108
Балахан Алиев АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ ПРОСТОЙ ПАРЫ С ПОЗИЦИИ СИНЕРГЕТИКИ.....	115
Əmir Mustafayev, Dərya Əliyeva ELEKTROMEXANİKİ MÜHƏRRİKLİ MEXANİZMLƏRDƏ DİŞLİ ÇARXIN İŞLƏMƏ RESURSUNUN HESABI.....	126
Jalə Paşayeva, Ağəli Quliyev LAZERLƏ MÖHKƏMLƏNDİRİLMİŞ POLADLARIN SƏTHİNDƏ BƏRKLİYİN PAYLANMASINA QALIQ AUSTENİTİN TƏSİRİNİN ARAŞDIRILMASI.....	139

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ АРМАТУРЫ И ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛИ ИЗ СТАЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ИХ РАБОТЫ

Агали Гулиев¹, Айнур Шарифова², Зохра Гараева³

¹Доцент, кафедра «Материаловедение и технологии обработки», Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, к.т.н., Азербайджан. aaquliyev@mail.ru

²Доцент, кафедра «Материаловедение и технологии обработки», Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, к.т.н., Азербайджан. E-mail: aynur.sh84@mail.ru

³Ассистент, кафедра «Промышленные машины», Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Азербайджан. E-mail: zohra.abiyeva@asoiu.edu.az. <https://orcid.org/0000-0001-8824-623X>

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются результаты исследования изменения механических характеристик детали арматуры из сталей в зависимости от условий их работы. Авторы считают, что, одним из важнейших видов нефтегазопромыслового оборудования является фонтанная арматура, предназначенная для герметизации устья, фонтанирующих нефтяных и газовых скважин, а также регулирования режима эксплуатации.

Показано что, детали арматуры в зависимости от условий их работы изготавливают из углеродистых, легированных или высоколегированных сталей. Основными характеристиками прочности стали при температуре $t \leq 300-350^{\circ}\text{C}$ являются предел прочности σ_b и предел текучести σ_t , ударная вязкость КС. При расчете деталей, работающих при температуре свыше 350°C , учитываются предел ползучести σ_p и предел длительной прочности σ_d трубопроводной арматуры, из мартеновской стали, работающие под давлением.

Учитывая вышеизложенное, нами были выбраны конструкционные стали которые, являются высококачественным материалом для изготовления ответственных деталей арматуры и задвижки. Пластичность стали способствует выравниванию напряжений в отдельных точках деталей и уменьшает опасность ее внезапного разрушения, что особенно важно для арматуры высоких давлений.

Ключевые слова: фонтанная арматура, задвижка, качественная сталь, поковка, толщина стального проката, температура эксплуатационного условия, микроструктура стали, механические свойства, категория прочности.

Актуальность

Одним из важнейших видов нефтегазопромыслового оборудования является фонтанная арматура, предназначенная для герметизации устья фонтанирующих нефтяных и газовых скважин, а также регулирования их режима эксплуатации.

Если учесть, что добыча основной массы нефти и всего количество природного газа осуществляется фонтанным способом, то роль оборудования обвязки устья фонтанных скважин в деле обеспечения страны энергетическими ресурсами становится очевидным [1, 2].

В данном направлении проведено немало исследований. Однако, существующие конструкции и более тяжелые условия эксплуатации фонтанных арматур, появившиеся в

связи с освоением новых месторождений нефти и газа, как на суше, так и на море, диктуют необходимости и работоспособности подвижных элементов фонтанных арматур.

Проведенные до сих пор исследования и конструкторские работы в данном направлении дали возможность создать деталей ряд типоразмеров фонтанных арматур на рабочие давление 14, 21, 35, 70 МПа, с диаметром проходного отверстия 50, 65, 80, 100, 150 мм. Однако это оборудования не лишено определенных недостатков [2, 3].

В этой связи создание устьевого оборудования, отвечающего современным требованиям, находящего на уровне международных стандартов, все еще имеет важное практическое и научное значение. А эта цель требует проведения работ, направленных на изучение существующих конструкций фонтанных арматур, анализ их работы и отказов в условиях эксплуатации, а также выполнение более точных оценок и расчетов существующего и вновь создаваемого устьевого оборудования.

Опыт эксплуатации фонтанных арматур в различных условиях показывает, что современные конструкции задвижек, герметизация затвора которое обеспечивается автоматической подачей к уплотнительным поверхностям специальной смазки, имеют достаточно продолжительный срок службы. В этом случае отказы задвижек наблюдаются не только по причине износа деталей затвора, но и ходовой пары, состоящий из шпинделя и ходовой гайки.

Эффективность работы задвижек фонтанного оборудования во многом зависит от работоспособности отдельных его узлов [3] и в том числе корпуса задвижки.

Особенности конструкции узла и условия его эксплуатации выдвигают ряд требований к материалу для деталей ходовой пары и корпуса задвижки. Материалы деталей задвижек должны обладать достаточно высокими свойствами - стойкость к общей коррозии и сероводородному растрескиванию, технологичностью, износостойкостью, а износостойкость поверхностей повышается различными видами покрытий. Для фонтанной арматуры, предназначенной для работы в агрессивной среде, при выборе материалов для деталей ходовой пары задвижек необходимыми условиями является не только износостойкость, но и коррозионная стойкость [4].

Детали задвижек, эксплуатируемые в средах, содержащих H_2S и CO_2 подвержены сероводородному растрескиванию, в связи с чем материал этих деталей должен обладать достаточной стойкостью к сероводородному растрескиванию [5].

Учитывая вышесказанное, нами были выбраны конструкционные стали. Кроме того, при осталивании используют растворимые аноды из мало углеродных. По другим данным, электролитическое железа по качеству приближается к мало углеродистой стали с содержанием углерода 0,03-0,06% [6].

Сталь благодаря своей высокой механической прочности и пластичность, является высококачественным материалом для изготовления ответственных деталей арматуры и задвижки. Пластичность стали способствует выравниванию напряжений в отдельных точках деталей и уменьшает опасность ее внезапного разрушения, что особенно важно для арматуры высоких давлений [7, 8].

Изменением состава легирующих элементов легко добиться получения стали с требуемыми прочностными или пластическими свойствами, химической стойкостью, жаростойкости и т.п. Эта по экономически не выгодно. Термическая обработка позволяет изменять свойства стали в широком диапазоне как на поверхности детали, так и по всему сечению, химико-

термическая обработки стали- цементация, азотирование и др. позволяет еще больше расширить эти возможности. Малоуглеродистые стали хорошо свариваются применением соответствующих легирующих добавок, специальных электродов и последующей термообработкой можно создавать прочные сварные соединения из легированных сталей [9].

Цель исследования изменение механических характеристик детали арматуры из конструкционных сталей, изготовленных разным методом в зависимости от различных условий их работы отвечающей современным требованиям находящейся на уровне важного практического и научного значения.

Методика исследования

Актуальность исследования показывает, что одним из важнейших видов нефтегазопромыслового оборудования является фонтанная арматура (рис.1). Опыты эксплуатации фонтанных арматур в различных условиях показывает, что эффективность работы задвижек фонтанного оборудования во многом зависит от работоспособности отдельных его узлов (рис.2).

Нами были выбраны конструкционные стали, которые являются высококачественным материалом для изготовления ответственных деталей арматуры и задвижек. Для измерения механических характеристик детали из сталей в зависимости от условий их работы, выбраны марки и химические составы конструкционных сталей до эксплуатации (таблица 1).

Твердость образцов и деталей определяли по методу Бринелля на твердомере НВ-3000В ASTM E-10, ISO 6506.2. Предел прочности при растяжении определяли на разрывной машине ИР 5047-50-11 по ГОСТ 1497 и ГОСТ 10006 и по методике [10]. Ударная вязкость определяли на машине МТ 208 по ГОСТ 4647-2015, ISO 179-1-2010, ASTM D256.

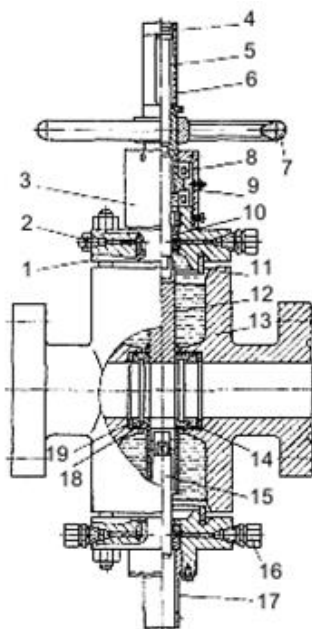


Рисунок 1. Прямоточные задвижки типов ЗМС1: 1 - крышка; 2 - разрядная пробка;

- 3 - крышка подшипника; 4 - регулировочная шайба; 5 - шпindelь; 6 - верхний кожух;
 7 - маховик; 8 - упорный шарикоподшипник; 9 - ходовая гайка; 10 - узел сальника;
 11 - прокладка; 12 - шибер;
 13 - корпус; 14 - выходное седло; 15 - шток; 16 - нагнетательный клапан;
 17 - нижний кожух; 18 - входное седло; 19 - тарельчатая пружина

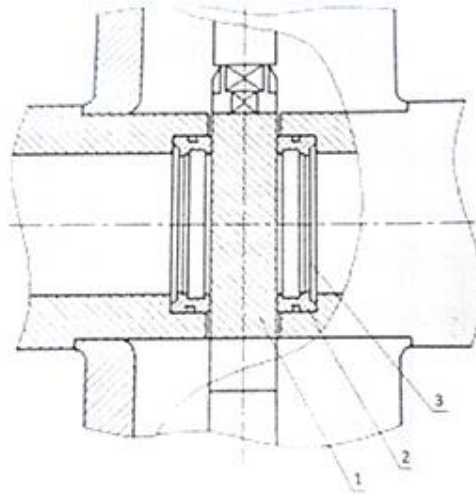
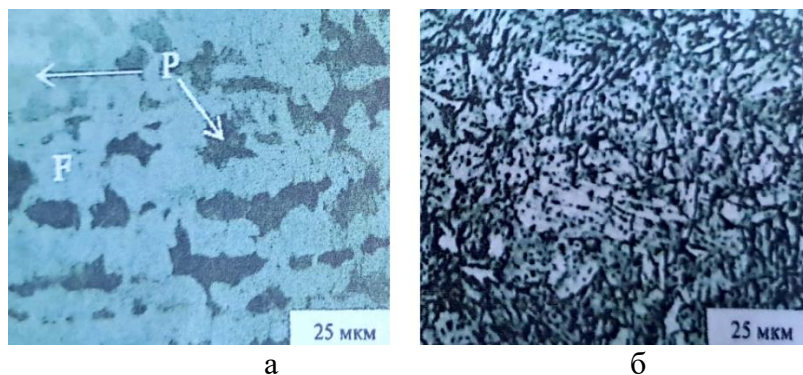


Рисунок 2. Вид рабочего узла задвижек: 1- шибер; 2- седло; 3- тарельчатая пружина

Таблица 1. Химический состав сталей.

Марка стали	Содержание элементов, % (масс.)							
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Cu	Ni
Ст 6	0,38-0,49	0,5-0,8	0,05-0,17	0,05	0,04	-	-	-
08	0,05-0,11	0,75-0,5	0,03	<0,04	0,035	<0,1	<0,25	-
35	0,32-0,40	0,5-0,8	0,17-0,8	<0,04	<0,035	<0,25	-	-
55Л	0,52-0,6	0,5-0,8	0,17-0,32	0,035	0,035	<0,26	-	-

Микроструктура исходного металла показано на рис. 3. Известно, что разупрочнение существенно зависит от исходной структуры. Микроструктуры исходных материалов определяли на СМ и СЭМ.



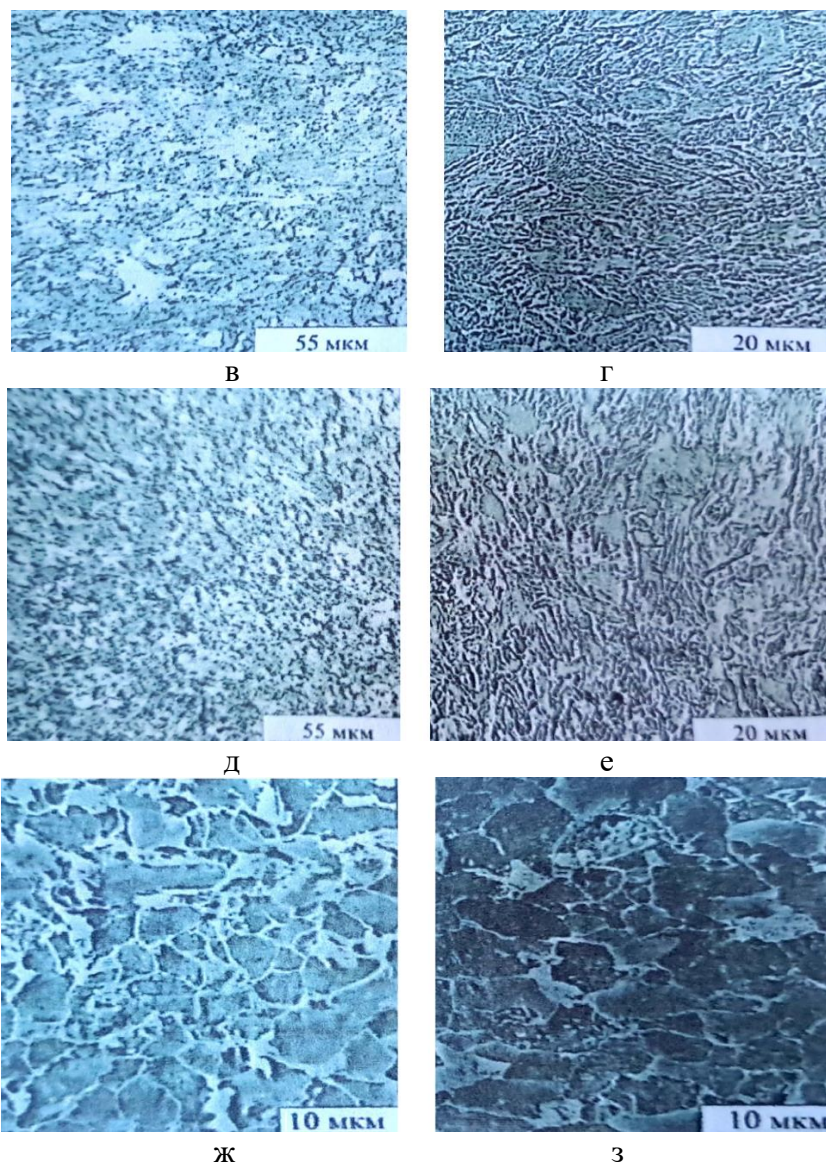


Рисунок 3. Микроструктуры качественной углеродистой конструкционной стали до эксплуатации: а, б – Ст 6, в, г – стал 08, д, е – стал 35, ж, з – стал 55Л; а, б - СМ х800; в, д, ж, з - СМ, х500; г, е - СЭМ, х4000

Обсуждение результатов исследования

Детали арматуры, в зависимости от условий их работы (давления, температуры, коррозионных свойств среды) изготавливают из углеродистых, легированных или высоколегированных сталей [11]. Основная углеродистая сталь содержит углерода $0,01 \div 1,5\%$. Сплавы содержанием углерода менее $0,01\%$ называются техническим железом. Углеродистая сталь может содержать $0,1 \div 0,35\%$ кремния и $0,2 \div 0,8\%$ марганца. Содержание естественных примесей серы и фосфора не должен превышать $0,025 \div 0,05\%$ каждого.

Основными характеристиками прочности сталь при температуре $t \leq 300 \div 350^\circ\text{C}$ являются предел прочности σ_b и предел текучести σ_T . При расчете деталей, работающих при

температуре свыше 350°C , учитываются предел ползучести и предел длительной прочности. Детали трубопроводной арматуры, работающие под давлением, изготавливаются из мартеновской стали.

Качество стали в значительной мере определяется методами раскисления применяемым при выплавке. Кипящая сталь (раскисляемая ферромарганцем) продолжает выделять газы после заливки в изложницы. В результате этого прокат, полученный из кипящей стали, может содержать волосовины, неоднородности в середине сечения, повышенное сера и фосфор. Спокойная сталь (раскисляемая марганцем и кремнием) заливается в изложницы после выделения газов, поэтому имеет более однородную структуру и лучшие механические свойства. Кипящая сталь более склонна к старению, чем спокойная, ее применение ограничено давлением до $0,5\text{ МПа}$ и более узкими пределами рабочей температуры [12].

Углеродистые стали могут применяться при низких температурах до следующих пределов - спокойная до минус 40°C , кипящая до минус 30°C .

С повышением температуры прочность углеродистых сталей понижается. На рис. 4 показано изменение предела прочности σ_B углеродистых сталей с повышением температуры, на рис. 5 изменение предела текучести σ_T . Как видно на рис. 4, с повышением температуры до 200°C предел прочности углеродистых сталей возрастает, после чего начинает быстро снижаться, достигая при температуре 350°C - 380°C значений, которые он имеет при нормальной температуре. Это повышение σ_B по сравнению с σ_B при нормальной температуре в арматуре практически не используется. Так как при нормальной температуре арматура должна иметь прочность не ниже, чем при повышенной температуре, расчет на прочность ведется без учета временного повышения σ_B .

Предел текучести углеродистых сталей с повышением температуры монотонно снижается без резких переломов, и при 500°C становится примерно в 2,5 раза меньше, чем при 20°C .

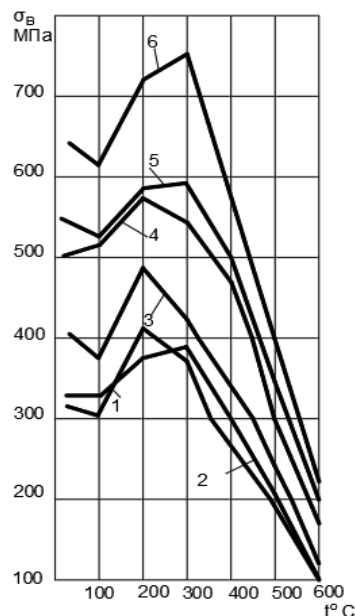


Рисунок 4. График изменение предела прочности углеродистых сталей с повышением температуры: 1, 2, 3, 4, 5, 6 – соответственно Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6.

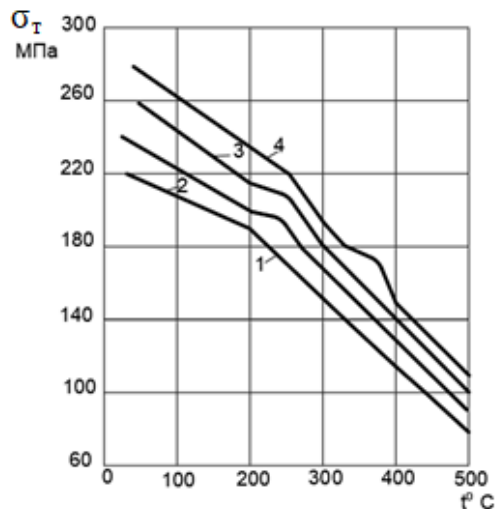


Рисунок 5. График изменения предела текучести углеродистых сталей при повышении температуры: 1, 2, 3, 4 – соответственно сталь 20, 25, 30, 35.

График изменения ударной вязкости при повышении температуры приведен на рис. 6. При температуре -100°C имеет место первое снижение КС (хладноломкость), при $+100^{\circ}$ ударная вязкость увеличивается примерно вдвое, затем снижается и достигает второго минимума при температуре $100-500^{\circ}\text{C}$ (синеломкость); затем снова повышается, достигая максимума при 700°C и снижаясь до третьего минимума при температуре $900-1000^{\circ}$ (красноломкость), которая наиболее, сильно выражена при повышенном содержании серы.

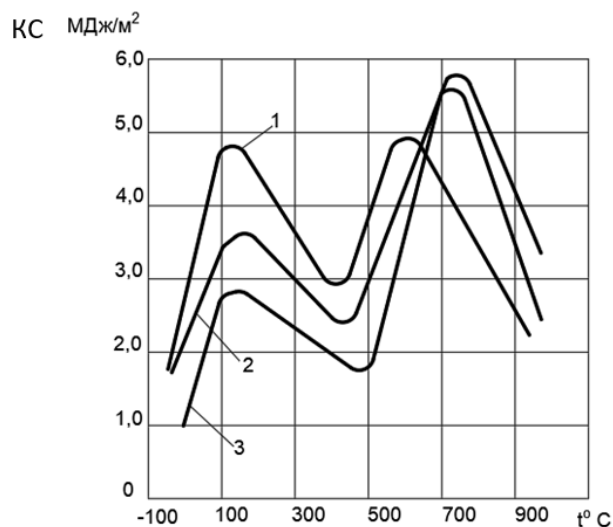


Рисунок 6. График изменения ударной вязкости некоторых углеродистых сталей с повышением температуры: 1, 2, 3 – соответственно 0,08; 0,15; 0,25 (С, %)

Механические характеристики стали дифференцированы в зависимости разряда толщины проката (табл. 2), в которой приведены разряды толщин стали.

Таблица 2. Разряды толщины стального проката.

Разряды	Толщина проката, мм	
	Сортовая сталь	Листовая сталь
1	до 40	от 4 до 20
2	свыше 40 до 100	свыше 20 до 40
3	свыше 100 до 250	свыше 40 до 60

В табл. 3 приведены механические характеристики углеродистых сталей обыкновенного качества по ГОСТ 380-2005.

Углеродистая качественная конструкционная сталь по ГОСТ 1050-88 изготавливается в виде проката и поковок; выплавляется в мартеновских или электрических печах и подразделяется на две группы: с нормальным содержанием марганца и с повышенным содержанием. Образцы подвергаются механическим испытаниям. Механические характеристики качественной углеродистой конструкционной стали приведены в табл. 4.

Поковки из стали изготавливаются в соответствии с данными ГОСТ 8479-70, которыми регламентируются требования, предъявляемые к поковкам из конструкционной углеродистой и легированной стали изготовляемым методом свободнойковки и горячей штамповки.

Таблица 3. Механические характеристики горячекатанной мартеновской стали обыкновенного качества по ГОСТ 380-2005.

Марка стали	σ_t , МПа (не менее)			σ_b , МПа	δ , % (не менее)	
	Разряды толщины проката				δ_{10}	δ_5
	1	2	3			
Ст 0	-	-	-	не менее 32	18	22
Ст 1	-	-	-	320-400	28	33
Ст 2	220	200	190	340-420	26	31
Ст 3	240	230	220	380-400	23	27
				410-430	22	26
				440-470	21	25
Ст 4	260	250	240	420-440	21	25
				450-480	20	24
				490-520	19	23
Ст 5	280	270	260	500-530	17	21
				540-570	16	20
				580-620	15	19
Ст 6	310	300	300	600-630	13	16
				640-670	12	15
				680-720	11	14

В зависимости от объема и методов контроля механических свойств и условий комплектования партии, поковки подразделяются на пять групп: испытания механических свойств не производятся. Поковки изготавливаются из стали одной марки; определяется твердость *HB* образцов от партии. Поковки изготавливаются из стали одной марки и подвергаются термической обработке по одному режиму; определяется твердость *HB*, каждой поковки. Поковки изготавливаются из стали одной марки и совместно подвергаются термической обработке; определяется твердость *HB* каждой поковки и механические характеристики σ_T , δ_5 , ψ и *КС* образцов от партии. Поковки изготавливаются из металла одной партии и совместно подвергаются термической обработке; определяется механические характеристики каждой поковки σ_T или δ_5 , ψ и *КС*. Каждая поковка применяется индивидуально.

Отливки из углеродистой стали по ГОСТ 9774-81 подразделяются на три группы: обыкновенного качества, повышенного качества, особого качества.

Проверка механических характеристик σ_T и δ стали из обыкновенного качества производится лишь по требованию заказчика. Отливки из повышенного качества подвергаются испытаниям по определению σ_T и δ , а по требованию заказчика производится контроль значений σ_b и ψ . У отливок из особого качества проверяются значения σ_T , δ и *КС*, по требованию заказчика производится контроль значений σ_b и ψ . Все отливки проверяются по химическому составу.

Поковки подразделяются на категории прочности - К в зависимости от механических характеристик металла. После обозначения К ставится цифра, соответствующая пределу текучести металла. При увеличении диаметра или толщины поковки требования к пластическим свойствам материала снижаются. В табл. 5 приведены данные о механических характеристиках поковок из углеродистых и легированных сталей по ГОСТ 8479-70.

Таблица 4. Механические характеристики качественной углеродистой конструкционной стали (по ГОСТ 1050-88).

Группа стали	Марка стали	σ_T , МПа	σ_b , МПа	δ , %	ψ , %	КС, МДж/м ²
I	08	200	330	33	60	-
	10	210	340	31	55	-
	15	230	380	27	55	-
	20	250	420	25	55	-
	25	280	460	23	50	0,9
	30	300	500	21	50	0,8
	35	320	540	20	45	0,7
	40	340	580	19	45	0,6
	45	360	610	16	40	0,5
	50	380	640	14	40	0,4
II	15Г	250	420	26	55	-
	20Г	280	460	24	50	-
	25Г	300	500	22	50	0,9
	30Г	320	550	20	45	0,8
	35Г	340	570	18	45	0,7
	40Г	360	600	18	45	0,6

	45Г	380	630	15	40	0,5
	50Г	400	660	13	40	0,4

В арматуростроении диаметр или толщина поковки редко превышает 200 мм, поэтому данные, приведенные в табл. 5 ограничены размером 200 мм.

В нормализованном и отпущенном или отожженном состоянии стали для отливок должны удовлетворять данные, приведенные в табл. 6.

Для отливок из углеродистой стали в арматуростроении наиболее широко используется сталь марки 25ЛК. Она применяется при давлении $P_y \leq 6,4$ МПа и температуре $t \leq 425^{\circ}\text{C}$. Для работы в условиях $P_y \leq 20$ МПа и температуре $t \leq 450^{\circ}\text{C}$, когда требуется гарантировать определенные показатели ударной вязкости, применяется сталь марки 25ЛК.

Таблица 5. Механические характеристики поковок углеродистых и легированных сталей (по ГОСТ 8479-70).

Категория прочности		σ_T , МПа	σ_B , МПа	Диаметр или толщина поковки перед термообработкой, мм						НВ		
				До 100		101-200		До 100			101-200	
				δ_5 , %		ψ , %		KC , МДж/м ²				
Разные	K18	180	360	28	25	55	50	0,65	0,6	101-140		
	K20	200	400	25	22	55	50	0,55	0,5	111-156		
	K22	220	440	22	20	53	48	0,55	0,45	123-167		
	K25	250	500	20	18	48	42	0,40	0,35	140-179		
	K28	280	560	18	16	40	38	0,40	0,35	156-197		
	K32	320	620	16	14	38	35	0,35	0,3	174-217		
	K35	350	670	14	12	35	33	-	-	187-229		
Категория с нормальными и повышенными пластическими свойствами	K36	360	600	18	17	45	42	0,60	0,55	174-217		
				14	12	42	40	0,55	0,5			
	K40	400	630	17	16	45	42	0,60	0,55	187-229		
				13	12	42	40	0,55	0,5			
	K45	450	650	16	15	45	42	0,60	0,55	197-235		
				12	12	42	40	0,55	0,5			
	K50	500	700	16	14	45	42	0,60	0,55	212-248		
				12	11	42	40	0,55	0,5			
	K56	560	750	15	14	45	42	0,65	0,6	223-262		
				12	11	42	40	0,55	0,5			
	K60	(600)	800	14	13	45	42	0,65	0,6	235-277		
			12	11	42	40	0,50	0,4				
K63	630	850	13	12	42	40	0,65	0,6	248-293			
			11	10	38	35	0,50	0,45				
K67	(670)	880	13	12	42	40	0,65	0,6	262-302			
			10	9	38	35	0,50	0,45				
K71	710	900	13	12	42	40	0,65	0,6	269-311			
			9	8	38	35	0,50	0,45				
K75	(750)	950	13	12	42	40	0,65	0,6	277-321			
			9	8	38	35	0,50	0,45				
K80	800	1000	11	10	42	40	0,65	0,6	293-331			
			9	8	38	35	0,50	0,45				

Таблица 6. Механические характеристики отливок углеродистой стали (по ГОСТ 9774-81).

Марка стали	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КС, МДж/м ²
15Л	200	400	24	35	0,5
20Л	220	420	22	35	0,5
25Л	240	450	19	30	0,4
30Л	260	480	17	30	0,35
35Л	280	500	15	25	0,35
40Л	300	530	14	25	0,3
45Л	320	550	12	20	0,3
50Л	340	580	11	20	0,25
55Л	350	600	10	18	0,25

Стальные отливки считаются полуфабрикатами для производства нефтеперерабатывающего оборудования. К таким деталям относятся корпуса паровых и центробежных насосов, задвижки и т. д. Фасонные отливки из углеродистой стали широко используются при производстве соединительной и защитной арматуры в нефтехимической промышленности. Из литой стали 30ХМЛ и 35ХМЛ изготавливают высоконагруженные детали оборудования по переработке неагрессивных нефтепродуктов (до 500⁰С), а также детали оборудования по переработке слабоагрессивных сернистых нефтепродуктов, работающих при температуре 400⁰С. Корпуса задвижек, редукционных клапанов и т.п. готовят из литой стали 30ХМЛ и 35ХМЛ. Отливки обычно подвергают закалке (охлаждению в воде от 880⁰С) и отпуску (охлаждению на воздухе при температуре 650-670⁰С).

Выводы

1. Опыт эксплуатации фонтанных арматур в различных условиях показывает, что, современные конструкции задвижек имеют достаточно продолжительной срок службы.
2. Эффективность работы задвижек фонтанного оборудования во многом зависит от работоспособности отдельных его узлов в том числе деталей шибера и седла задвижки.
3. Для исследование выбраны углеродистые конструкционные стали. Кроме того, при осталивание этой стали используют растворимые аноды из мало углеродных. Для этой цели изменение механических характеристик в зависимости от условий считается очень важной задачей.
4. Определено что, с повышением температуры до 200⁰С предел прочности углеродистых сталей возрастает, после чего начинает быстро снижаться, достигая при температуре 350-380⁰С значений которые он имеет при нормальной температуре.
5. Установлено что, при нормальной температуре арматура должна имеет прочность не ниже, чем при повышенной температуре, расчет на прочность ведется без учета временного повышения σ_B .
6. При температуре 100 и 700⁰С ударная вязкость увеличивается примерно 2-3 раза и при температуре 900-1000⁰С происходит краснеломкость, которое сильно выражена при повышенном содержании серы.

7. При увеличении диаметра или толщины поковки требования к пластическим свойствам материала снижаются. Для отливок из углеродистой стали в арматуростроении наиболее широко используется сталь марки 25ЛК ($t \leq 450^{\circ}\text{C}$, $P_y \leq 20$ МПа).

ЛИТЕРАТУРА

1. Babayev S.G., Kerimov V.I. Iznosostoykost' zatvora zadvizhek s uplotneniyem tipa «Metall-metall» Saarbrücken, LAP. LAMBEPT Akademik Publisching, 2015, 101с.;
2. Aliyev E.A., Garayeva Z.G. Rezul'taty primeneniya novoy tekhnologii dlya povysheniya resursa zadvizhek vysokogo davleniya. Baku: Oborudovaniya, Tekhnologiya, Materialy, 2021, №4(8), s. 10-16;
3. GOST 13846-2003 «Armatura fontannaya i nagnetatel'naya. Tipovyye skhemy, osnovnyye parametry i tekhnicheskiye trebovaniya k konstruksii» Minsk: Bel GIIS, 2009;
4. Oleq Dyshin, Ibrahim Habibov, Zohra Garayeva The choice of material for the sealing element or the gate valve. Equipment, technologies, materials. Volume 12, ISSUE, 04.2022, s. 4-9;
5. Hasanov I.I., Guliyev A.A., Development of effective ceiling units for oil and gas equipment in the oil and gas production system. Opracowanie skutecznych zespolow uszczelniasacych dla urzadzen nattowych w systemie wydobywczym vopy i gazu. Nafta – Gaz 2023, no. 7, pp. 44-472;
6. Ibragim Gabibov, Agali Guliyev, Elman Aliyev, Aynur Sharifova, Zokhra Garayeva. Vliyaniye sposoba i rezhima travleniya na stseplyayemost' zheleznykh pokrytiy s osnovnym metallom. Baku: Oborudovaniya, Tekhnologiya, Materialy, 2022, №4, s. 111-117;
7. Greben'kov S.K., Skudnov V.A., Shatsov A.A. Deformatsiya i razrusheniye nizkouglerodistykh martensitnykh staley. Materialovedeniye i termicheskaya obrabotka metallov. №2, 2016, s. 33-39;
8. Sitonov M.YU., Shaymanov G.S. i dr. Sravnitel' zon plasticheskoy deformatsii, dinamicheskoy treshinostoykosti, struktury i mikromekhanizmov rosta treshchiny staley 09G2S, 25 i 40 v vysokovyazkom sostoyanii. Materialovedeniye i termicheskaya obrabotka metallov. №2, 2016, s. 39-49;
9. Stepanov A.I., Belikov S.V. i dr. Osobennosti stukturoobrazovaniya pri termicheskoy obrabotke trub iz srednouglerodistyoy nizkolegirovannoy stali 32G2F. Materialovedeniye i termicheskaya obrabotka metallov. №2, 2016, s. 49-57;
10. Sharifova A.V., Mammadaliyev R.M. Materialshunasliq (laboratoriya ishlarina rahbarlik) Bakı, ADNSU, 2018, 114 sah.;
11. Karimov C.A. Mashinqayirma texnologiyasi. Bakı, Chashıoglu, 2010, 500 sah.;
12. Novruzov H.D. Konstruksiya materiallarının texnologiyası. Bakı, “Tahsil”, NPM, 2005, 282 sah.



STUDY OF STRUCTURAL MATERIALS OF REINFORCEMENT AND CHANGES IN THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF STEEL PARTS DEPENDING ON THEIR OPERATING CONDITIONS

Agali Guliyev¹, Aynur Sharifova², Zohra Garayeva³

¹Dosent, department of “Materials science and processing technologies”, Azerbaijan State Oil and Industry University, candidate of technical sciences, Azerbaijan. E-mail: aaquliyev@mail.ru

²Dosent, department of “Materials science and processing technologies”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan. E-mail: aynur.sh84@mail.ru

³Teacher, “Industrial Machines”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan. E-mail: zohra.abiyeva@asoiu.edu.az. <https://orcid.org/0000-0001-8824-623X>

ABSTRACT

The article discusses the results of a study of changes in the mechanical characteristics of steel fountain fittings parts depending on their operating conditions. The authors believe that one of the most important types of oil and gas field equipment is the fountain fittings, designed to seal the wellhead, flowing oil and gas wells, as well as regulate the operating mode.

It is shown that, depending on their operating conditions, fountain fittings parts are made of carbon, alloy or high-alloy steels. The main characteristics of steel strength at temperatures $t \leq 300-350^{\circ}\text{C}$ are tensile strength and yield strength, impact strength. When calculating parts operating at temperatures above 350°C , the creep limit and the long-term strength limit of pipeline fittings made of open-hearth steel operating under pressure are taken into account.

Considering the above, we chose structural steel, which is a high-quality material for the manufacture of critical parts of fittings and valves. The plasticity of steel helps to equalize stress at individual points of parts and reduces the risk of sudden destruction, which is especially important for high-pressure fittings.

Keywords: fountain fittings, valve, high-quality steel, forging, rolled steel thickness, operating temperature, steel microstructure, mechanical properties, strength category.

TO ISSUE INCREASING THE EFFICIENCY OF THE MASS TRANSFER PROCESS IN AGITATORS

¹Gasim Mammadov, ²Isgandar Aliyev

¹Associate Professor, "Industrial machinery" Department, Azerbaijan State Oil and Industry University, Candidate of technical sciences, Azerbaijan. E-mail: q.mammadov@asoiu.edu.az

²Mechanical Engineer, Technip Italy SPA Company, Master "Industrial machinery" Department, Azerbaijan State Oil and Industry University Azerbaijan. E-mail: isgandar.aliyev.a@gmail.com

ABSTRACT

This study investigates the impact of impeller design on the rate of esterification reaction in a batch reactor. Different impeller designs were tested and compared, including Backswept impeller, C-shaped, Double Blade impeller, and Pitched impeller. The results showed that the choice of impeller design has a significant effect on the rate of esterification reaction, with the Backswept impeller proving to be the most effective.

In this work, it is aimed to investigate the esterification of acetic acid and methanol in a batch stirred reactor for the synthesis of methyl acetate. The temperature range of 303.15 K is examined, with sulphuric acid used as the homogeneous catalyst in varying concentrations of 0.0633 mol·L⁻¹ to 0.3268 mol·L⁻¹. The feed molar ratio of acetic acid to methanol also varied from 1:1 to 1:4 to observe its influence on the reaction rate. The research delves into the effects of temperature, catalyst concentration, and reactant concentration on the reaction rate. The experimental data is correlated using a second-order kinetic rate equation, and the forward and backward reaction rate constants and activation energies are determined from the Arrhenius plot. The developed kinetic model is compared with previous models in literature. In order to find the most effective impeller for esterification reaction, diameter of impellers was accepted same in the constant volume and dimension of batch reactor. The obtained kinetic equation proves useful for the simulation of a reactive distillation column for the synthesis of methyl acetate.

Keywords: the batch reactor, impeller, esterification, effectivity, mass transfer, mixing, mechanical mixers, Logarithmic Shear Rate, Eddy Diffusivity.

Introduction

A stirred tank flow reactor consists of a tank, a shaft, motor, and an impeller, which is responsible for creating motion in the reactor. The impeller rotates in the liquid, causing it to lift or immerse and achieve homogeneity. Stirring also helps to increase the rate of mass transfer in the reactor system. The performance of the impeller in the stirred tank reactor is influenced by various factors, such as impeller diameter, impeller width, tank shape, distance from the bottom of the tank, and impeller slope.

Batch reactors are frequently utilized in chemical processes, especially in the production of oil products. In batch reactors, the reactants are introduced into a vessel, and the reaction occurs without the need for additional materials. The reaction rate is impacted by several factors, including temperature, pressure, and the design of the impeller. In batch reactors, impeller design plays a crucial role in mixing efficiency, which ultimately affects the reaction rate. The aim of this research is to analyze how impeller design impacts the rate of esterification reaction in a batch reactor.



Mass transfer is a crucial process that plays a vital role in the efficient operation of the petroleum industry. Industrial mixers are essential equipment used in this process to achieve effective mass transfer. In this section, we will explore the significance of mass transfer in the petroleum industry, define industrial mixers, and highlight their role in this process.

Several recent studies have focused on increasing the mass transfer rate in esterification reactions to improve process efficiency and reduce reaction time.

In a 2021 study published in *Chemical Engineering Research and Design*, rotating packed beds were used to improve mass transfer coefficient, leading to higher yields of the desired product. Similarly, a 2020 study published in the *Journal of Chemical Engineering of Japan* investigated the use of microwave-assisted esterification to enhance mixing of reactants and increase mass transfer coefficient, resulting in faster reaction rates and higher yields.

A 2019 study published in *Chemical Engineering Science* utilized ultrasonic irradiation to enhance mixing and increase mass transfer coefficient, leading to faster reaction rates and higher yields. In a 2018 study published in the *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, a microstructure reactor was used to improve mass transfer coefficient and reduce reaction time, leading to higher yields of the desired product.

In the petroleum industry, mass transfer refers to the process of transferring one or more components from one phase to another. This process is utilized to extract and refine crude oil and other petroleum products. Additionally, mass transfer is employed in chemical reactions that transform crude oil into high-value products, like gasoline and diesel fuel. The significance of mass transfer lies in its crucial role in facilitating the production, refinement, and distribution of petroleum products.

Methyl acetate is a commonly used solvent in the oil and chemical industries for a variety of applications. It is utilized as a solvent in dewaxing, cleaning, and flushing processes in the oil industry, as well as in drilling and cementing fluids. The low toxicity and environmental impact of methyl acetate make it an ideal solvent for these applications. In the chemical industry, methyl acetate is used as a solvent for paints, coatings, adhesives, and lacquers.

It is also used as a raw material to produce other chemicals, including acetic anhydride and acetic acid. Additionally, it is used in the production of cellulose acetate. Methyl acetate's fast evaporation rate, low boiling point, and non-corrosive properties make it a valuable solvent option for high-temperature and fast-drying applications, as well as those where corrosion is a concern. As there is growing interest in using more sustainable and environmentally friendly solvents, the consumption of methyl acetate is expected to increase in the future. Its low VOC content and nonhazardous air pollutant classification under the Clean Air Act further add to its appeal as a more sustainable solvent option.

Research Methodology

Given all the above, the aim of this work was to find the best turbine impeller blades inclination in order to increase the efficiency of mass transfer. That is why, three types of impellers have been studied in this work (look **Figure 1**):

- a) Spiral Backwept Blade
- C-shaped Double Blade
- Pitched Blade

The Spiral Backwept Blades have curved blades twisted in the opposite direction of the impeller rotation, generating a spiraling flow pattern that enhances mixing and mass transfer, and commonly used in high-viscosity applications for high pumping rates and efficient mixing. The C-shaped double blade impeller has several benefits, including its ability to efficiently mix viscous fluids and create strong axial and radial flows. Its moderate shear capacity can also enhance some reactions. However, the impeller's complex design can make it challenging to clean and maintain, while its blades can clog or foul if the fluid contains solids or particulates. Additionally, the impeller's rotational speed may need to be adjusted depending on the fluid's characteristics and the type of reaction taking place.

Lastly, Pitched blade impellers offer a significant advantage in that they exhibit effective axial and radial flow characteristics, ensuring efficient mixing and circulation of the reactor contents. The impeller blades also generate a moderate degree of shear, which can be beneficial for specific reaction types. Nevertheless, they may not be suitable for highly viscous fluids, and some reactions may not benefit from their shear capabilities. Furthermore, they may become clogged or fouled by solid or particulate matter present in the fluid.

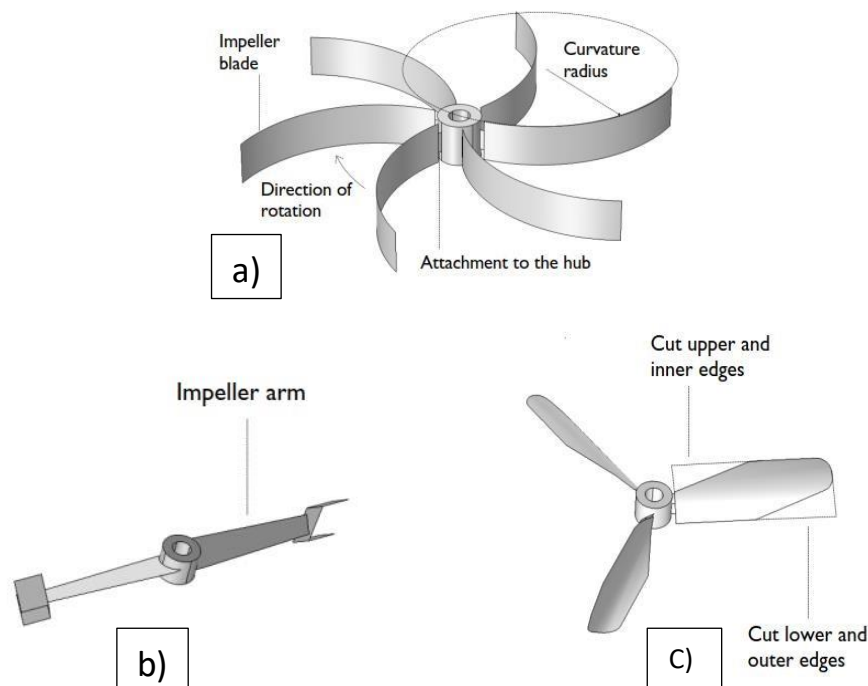


Figure 1. Type of impeller that will be tested.
 COMSOL Multiphysics software is used to compare these impellers.

Reactor design

The mixing speed for performing kinetic was determined using COMSOL Multiphysics visual method. To do this, the reactor was illuminated from all directions and observed through the



transparent wall in a mirror to find the best impeller type in order to increase the effect of mass transfer. This procedure was repeated ten times for each impeller, and the best value was taken between them. The diagram in **Figure 2** illustrates the configuration of a stirred tank reactor.

Motor (rotation speed 3.1416 rad/s)

Rotation per minute (rpm=120)

Tank height ($H = 2$ m)

Tank diameter ($D = 1$ m)

Hot plate (maximum temperature of 305.15 K)

Impeller diameter ($d = 0.7$ m) 5. Impeller shaft length (1.7 m)

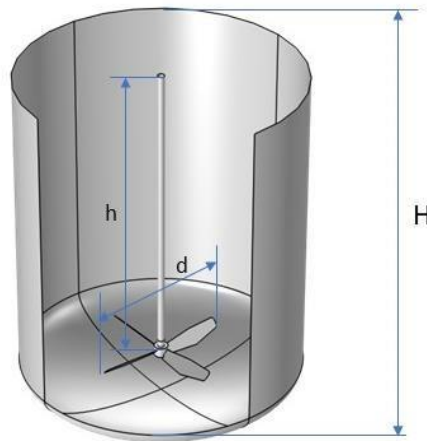


Figure 2. Dimensions of reactor

Results of tests based on impeller type

Comparison of impellers is based on Logarithmic Shear Rate, Eddy Diffusivity factors. The logarithmic shear rate is a parameter used to quantify the deformation rate of non-Newtonian fluids. It is obtained by taking the natural logarithm of the shear rate, which measures the velocity gradient between layers of the fluid under shear stress. The logarithmic shear rate is particularly relevant for describing the behavior of fluids with non-linear viscosity, where the viscosity changes with the applied shear rate. This parameter finds applications in various industrial processes, including polymer and food processing, as well as in the production of oil and gas.

Eddy diffusivity is a term used to describe how turbulent flows enhance the transport of mass, momentum, or heat through the mixing of fluid parcels. It quantifies the rate at which turbulent eddies spread properties like concentration, velocity, or temperature in a fluid. Eddy diffusivity is a crucial concept in fluid mechanics.

Effect of turbine with impeller blades Spiral Backswept on esterification reaction showed in Figure 3 and Figure 4.

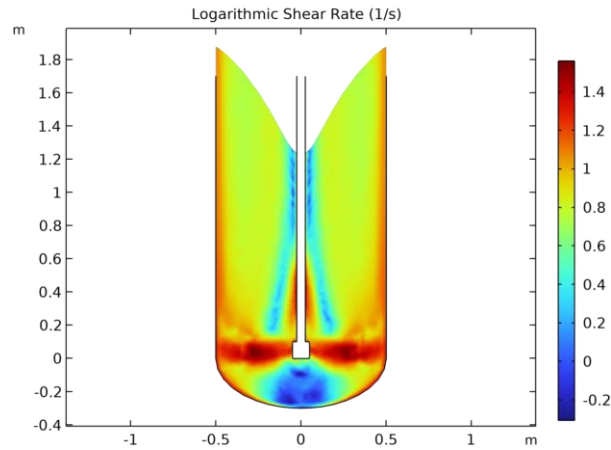


Figure 3. Logarithmic Shear Rate of Spiral Backwept Blades impeller.

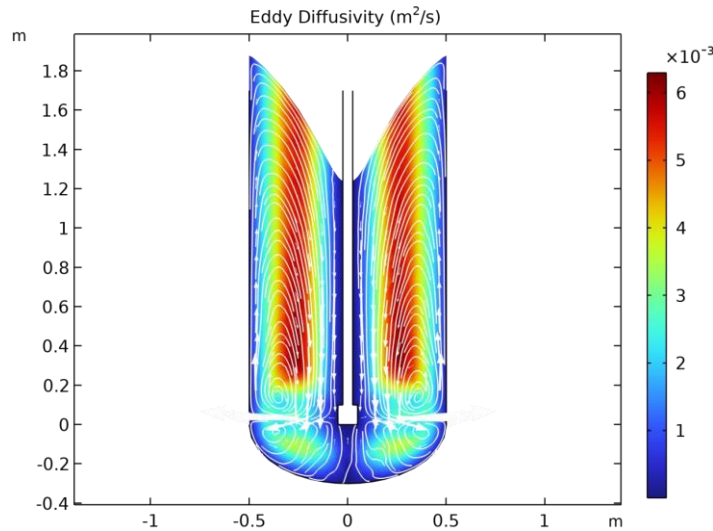


Figure 4. Eddy Diffusivity of Spiral Backwept Blades impeller.

Figure 3 provides information about Logarithmic Shear Rate of esterification reaction for Spiral Backwept Blades meanwhile, Figure 4 shows Eddy Diffusivity for the same reaction.

The same investigation was configured for C-shaped Double Blade and the results showed below. The results of C-shaped Double Blade impeller is showed Figure 5 and Figure 6. And lastly, the Pitch Blade impeller reactor was tested for an esterification reaction. Figure 7 and Figure 8 show Logarithmic Shear Rate and Eddy Diffusivity for this impeller type.

All these simulations describe the last visual situation of the product when it is mixed completely. The mixing factor depends on some significant factors such as, velocity of impeller, revolution per time, viscosity and density of final product. Temperature is another important factor during reaction. It increases kinetic energy between molecules and helps to speed up the whole process. In this simulation, red zones are the most effective points meanwhile, blue color represents fewer effective points.

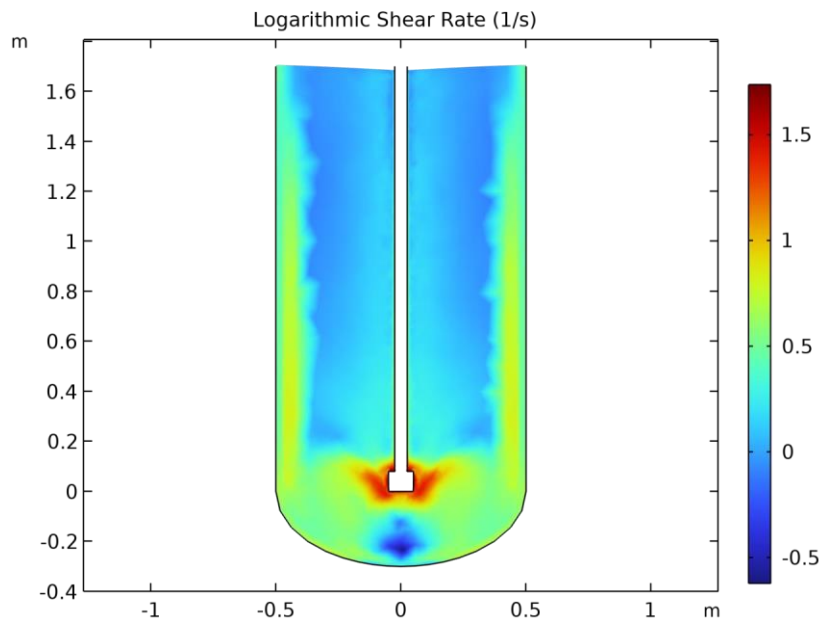


Figure 5. Logarithmic Shear Rate of C-shaped Double Blade impeller.

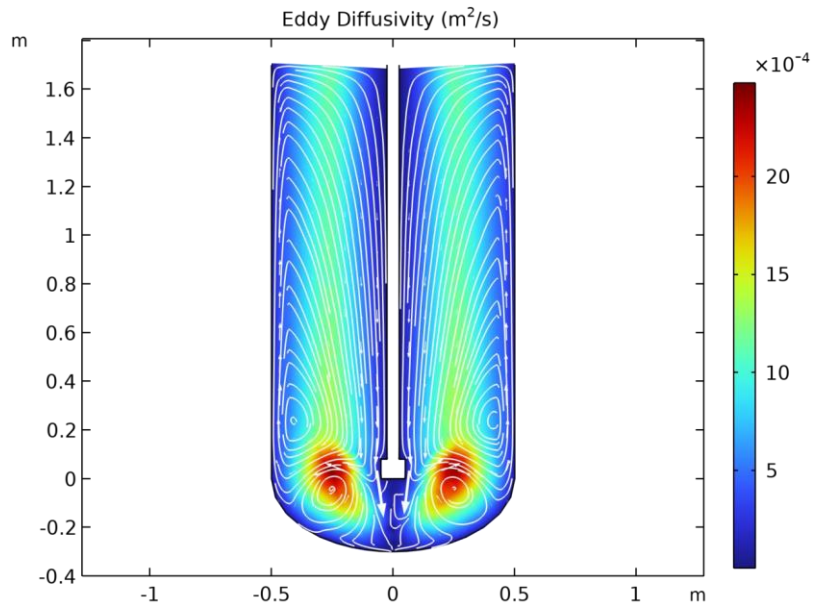


Figure 6. Eddy Diffusivity of C-shaped Double Blade impeller

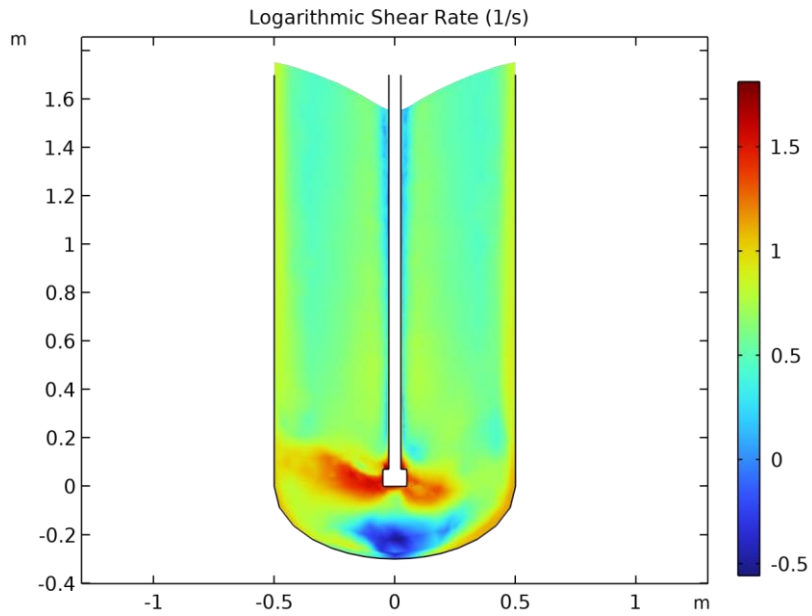


Figure 7. Logarithmic Shear Rate of Pitched Blade impeller.

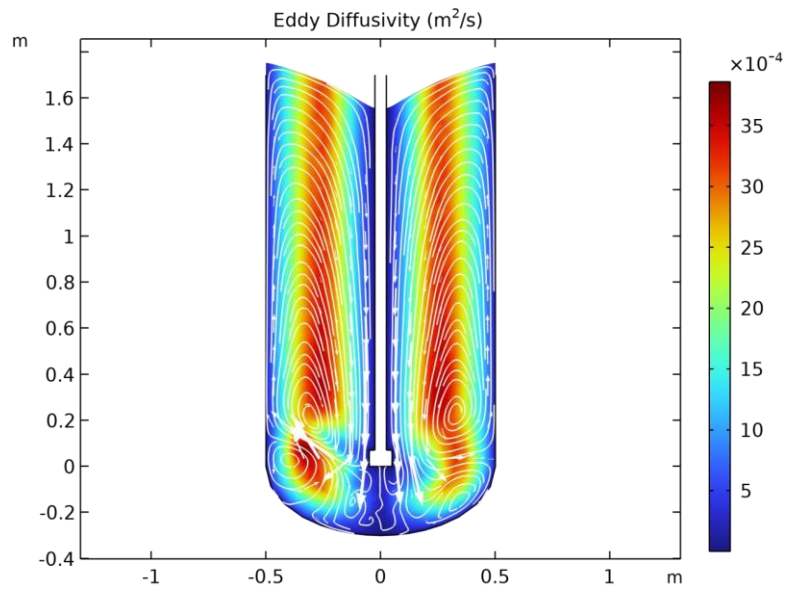
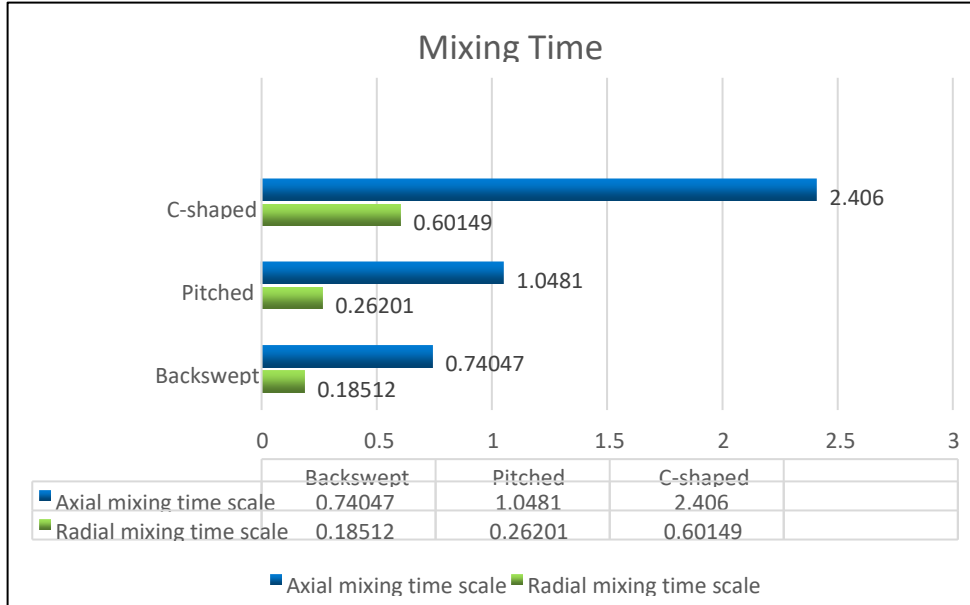


Figure 8. Eddy Diffusivity of Pitched Blade impeller.



Graph 1. Mixing time of impellers.

The chart shows mixing time differentiations of impellers depending on axial mixing time and radial mixing time. As the time goes by acidic acid and methanol mixed. Backswept Blade impeller is the most effective impeller due to the less mixing time number. So that it merges these two phases faster than other impellers. Meanwhile, a C-shaped Double Blade impeller consumes more time to mix these fluids.

Conclusion

Thus, visual simulations of impellers show the most effective impeller to increase the mass transfer of esterification reaction. Logarithmic Shear Rate and Eddy Diffusivity prove that Backswept Blade impeller is the best choice regarding its color scheme compared to others. Also, axial, and radial mixing time of Backswept impeller reached the ideal point during this reaction.

REFERENCES

1. Kinetics of Esterification of Methanol and Acetic Acid with Mineral Homogeneous
2. Acid Catalyst - Mallaiah Mekala, Venkat Reddy Goli
3. Effect of Impeller Types on Saponification Reaction Using Stirred Tank
4. Reactor - R Hasibuan et al 2020 J. Phys.: Conf. Ser. 1542 012017
5. Effect of Impeller Design on the Rate of Reaction of Hydrolysis in Batch Reactor - Nor Azyati
6. Muttaliba, Dayang Norulfairuz Abang Zaidel*, Muhd Nazrul
7. Fundamentals of Chemical Reaction Engineering – Mark E. Davis, Robert J. Davis
8. Coulson and Richardson's Chemical Engineering Volume 3A: Chemical and Biochemical Reactors and Reaction Engineering - R. Ravi, R. Vinu and S. N. Gummadi
9. An Overview of Impellers, Velocity Profile and Reactor Design - Praveen Patel, Pranay Vaidya, Gurmeet Singh

10. Mixer module guide - COMSOL Multiphysics
11. Bird, R., C.F. Curtiss, R. Armstrong, and O. Hassager (1987). Dynamics of Polymeric Liquids, Vol. 2: Kinetic Theory, Wiley, New York.
12. Guazzelli, E., and J. Morris (2012). A Physical Introduction to Suspension Dynamics, Oxford Hill, M. J. (2004). Product and process design for structured products, AIChE J., 50, 1656–1661.
13. Bittorf, K. J., and S. M. Kresta (2000). Active volume of mean circulation for stirred tanks agitated with axial impellers, Chem. Eng. Sci., 55, 1325–1336.
14. A COMPANION TO THE HANDBOOK OF INDUSTRIAL MIXING - Suzanne M. Kresta,
15. Arthur W. Etchells III, David S. Dickey, Victor A. Atiemo-Obeng
16. Hydromechanical machinery and equipment - Mursudli C.C., Mamedov Q.A., Abbasov N.M.

QARIŞDIRICI QURULUŞLU APARATLARDA KÜTLƏ MÜBADİLƏSİ PROSESİNİN MƏHSULDARLIĞININ ARTIRILMASI

¹Qasım Məmmədov, ²İsgəndər Əliyev

¹Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, texnika elmləri namizədi, dosent. Email: qasim11_5858@mail.ru

²Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, magistr.

XÜLASƏ

Bu sınaq dövrü işləyən reaksiya aparatında esterifikasiya reaksiyası zamanı müxtəlif növ qarışdırıcı quruluşların kütlə mübadiləsi prosesinə təsirini araşdırır. Kəsik kənarlı maili pərlə üçpərli, C-formalı qoşa pərli və impellerli qarışdırıcı quruluşlar test edilmiş və müqasimə olunmuşdur. Nəticələr göstərir ki, qarışdırıcı quruluşun forması reaksiyanın məhsuldarlığına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir, və impellerli qarışdırıcı quruluşun bu reaksiya üçün ən məhsuldar olmağı təsdiq edilmişdir. Bu işin məqsədi sirkə turşusu ilə metanolun sintezindən alınan metil asetatın qarışdırıcı quruluşlu aparatda qarışının effektivliyinin maksimum olduğu qiyməti tapmaqdır. Reaksiya sulfat turşusunun $0.0633 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ - $0.3268 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ aralığındakı müxtəlif konsentrasiyaları ilə katalizator rolunda iştirak etdiyi 303.15 K temperaturda aparılmışdır. Sirkə turşusunun reaksaiyaya olan təsirini müşahidə etmək üçün onun metanola olan nisbəti də 1:1-dən 1:4-ə qədər dəyişdirilmişdir. Tədqiqat zamanı temperaturun, katalizatorun, və reaktivin konsentrasiyalarının reaksiya sürətinə təsirini araşdırılmışdır. Təcrübənin nəticələri ikinci dərəcəli kinetik sürət tənliyi ilə korrelyasiya olunur, irəli və geri reaksiya sürəti sabitləri və aktivləşmə enerjiləri Arrhenius tənliyi ilə müəyyən edilib. Hazırlanmış kinetik model ədəbiyyatdakı əvvəlki modellərlə müqayisə edilib. Esterifikasiya reaksiyası üçün ən məhsuldar qarışdırıcı quruluşu tapmaq üçün reaktorun sabit həcmi və ölçüsündə qarışdırıcıların diametri eyni qəbul edilmişdir. Aparılan kinetik təhlilləri impellerli qarışdırıcının metil asetat məhsulunun kütlə mübadiləsinin məhsuldarlığının artırılması üçün ideal qarışdırıcı olduğunu sübut edir.

Açar sözlər: reaktor, impeller, esterifikasiya, məhsuldarlıq, kütlə mübadiləsi, qarışdırma, mexaniki qarışdırıcılar, loqarifmik kəsmə sürəti, Eddy diffuzivliyi.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА МАССООБМЕНА В МЕШАЛОЧНЫЕ АППАРАТЫ

¹Гасым Мамедов; ²Искандер Алиев

¹Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, кандидат технических наук, доцент. Эл. адрес: qasim11_5858@mail.ru

²Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, магистрант.

РЕЗЮМЕ

В данном исследовании рассматривается влияние различных перемешивающих устройств на скорость реакции этерификации в реакторе периодического действия. Были испытаны и сравнены различные конструкции перемешивающих устройств, в том числе с обратной стреловидностью, С-образное с двумя лопастями и наклонные лопасти с обрезанными краями. Результаты показали, что выбор конструкции крыльчатки оказывает значительное влияние на скорость реакции этерификации, при этом крыльчатка с обратной стрелой оказалась наиболее эффективной.

Основной поставленной задачи является исследование реакции этерификации уксусной кислоты и метанола в реакторе периодического действия с перемешивающим элементом для синтеза метилацетата. Исследование проводилось при температуре 303,15 К с использованием серной кислоты в качестве катализатора в диапазоне концентраций от 0,0633 моль·л⁻¹ до 0,3268 моль·л⁻¹. Молярное отношение исходной уксусной кислоты к метанолу также варьировалось от 1:1 до 1:4 для наблюдения его влияния на скорость реакции. В исследовании изучается также влияние температуры, концентрации катализатора и концентрации реагентов на скорость реакции. Экспериментальные данные коррелируют с использованием кинетического уравнения скорости второго порядка, а константы скорости прямой и обратной реакции и энергии активации определяют из уравнения Аррениуса. Разработанная кинетическая модель сравнивается с более ранними моделями приведёнными в литературе. Для того, чтобы найти наиболее эффективное перемешивающее устройство для реакции этерификации, диаметр крыльчаток был принят одинаковым при постоянном объёме и габаритах реактора периодического действия. Полученное кинетическое уравнение оказывается полезным для использования в моделировании реакционно-ректификационной колонны для синтеза метилацетата.

Ключевые слова: реактор периодического действия, импеллер, этерификация, эффективность, массоперенос, перемешивание, механические мешалки, логарифмическая скорость сдвига, вихревая диффузия.

CALCULATION OF WELLHEAD PARTS

Qasim Mammadov¹, Zenfira Huseynli², Orkhan Ismayilzada³

¹Azerbaijan State Oil and Industry University, Candidate of Technical Sciences, associate professor.

Email: qasim11_5858@mail.ru

²Azerbaijan State Oil and Industry University, Doctor of Philosophy in Technology, associate professor.

Email: huseynli_z@rambler.ru

³Azerbaijan State Oil and Industry University, master. Email: ismayilzadeorxan28@gmail.com

ABSTRACT

Wellhead rigidly connects the entire working column into a single system, takes the load arising from their weight, and transfers the entire load to the conductor. Provides insulation and tightness of the space between the columns, while at the same time allowing you to monitor the condition of the wellbore and perform the necessary technological operations. Wellhead serves as a pedestal for installing the production string lowered into the well. During drilling, blowout preventer equipment is installed on it, which is dismantled after drilling. The number of these elements depends on the number of working strings in the well.

The casing head is positioned according to the sequence of running and cementing at the wellhead. They are selected during drilling taking into account the expected formation pressure after the drilled well interval.

The operating conditions of the column head are quite difficult: In deep wells, the load from the weight of protective casings can exceed several hundred kilonewtons. The column head elements also absorb the pressure of the medium in contact with them. If there is H₂S, CO₂ in the formation fluid or gas, or if the formation water is highly mineralized, the casing is subject to corrosion. When the heating agent is injected in deep wells, their tubing head and casing head heat up to 150-250° C, and in the Northern conditions it cools down to -60° C. Violation of the reliability of the column head leads to serious accidents, and in some cases – fires and explosions. In particular, the casing heads of multi-casing wells have a large mass and vertical size. Their high metal intensity and high demand require the expenditure of large amounts of steel, especially alloy steel, for their production. As the vertical size of the casing head increases, well maintenance becomes more complicated.

Column heads for wellhead equipment are manufactured with different numbers of protective columns: three-, four- and five-post. The principle and design diagrams of such column heads are similar.

Keywords: wellhead, casing hanger, equivalent tension, cylindrical part, flange.

Introduction

Modern oil and gas wells are a complex structure. The ends of the casing pipes that make up the well barrel are connected to each other at the upper well head. The equipment that does this weaving job is called a column head or casing spool. A rigid mechanical and hermetic connection must be created between the column that meets the requirements of well construction technology. The completed well construction includes a casing spool and casing head.

Depending on the design of the wells - the number of casings allowed into the well, there can be one, two, three, etc. (Figure 1)



In the wellhead manifold, straight-flow valves are usually placed in both directions (on the right and left passages of the body), valves and manometers located on the intermediate flange between the valves. The outlet of one of the lines ends with a flange for connecting the conveying pipes, and the other line is equipped with a quick-detachable flange. During the operation of the wells, one of the valves is opened and the space between the pipes is monitored with a manometer, if there is pressure, the cement solution is transported between the casings from the line connected to the side pipe conveying pipe. If this is not enough, a weighting solution is injected between the pipes by means of high-pressure cementing equipment from the side of the flange where the other quick-disconnect joint is located.

The reliability of the operation of the wellhead is influenced by the valves included in its manifold. These valves ensure reliable operation of the structure. Usually, these valves are straight-flow, and special threads are provided in the lateral passages of the body of the wellhead for its replacement in case of failure. The valve replacement mechanism is attached to these threads under pressure.

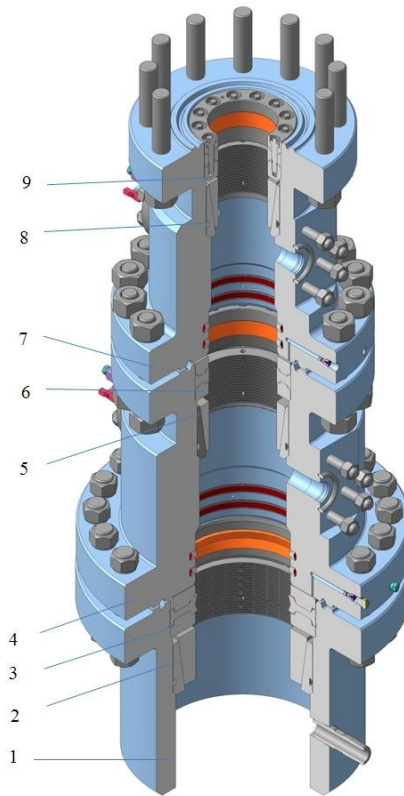


Figure 1. Wellhead: 1 – Casing spool; 2,5,8 – Casing hanger; 3,6,9 – sealing medium; 4,7 – Tubing head.

All column heads have a clamping mechanism and tube holder on all sections.(Fig. 2).

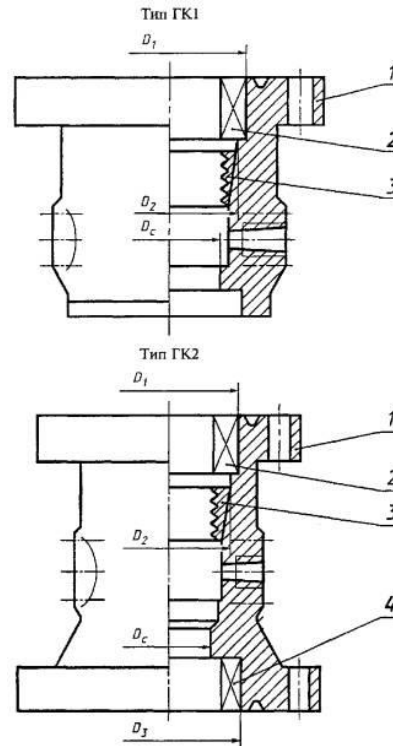


Figure 2. Schematic illustration of the casing head: 1 – body; 2 – primary seal ; 3 – casing hanger ; 4 – secondary seal.

The installation of the casing hanger in the body is usually carried out by releasing it from above using special eyebolts. (Fig.3). After that, rings and packers is placed in the the body (Fig.4).

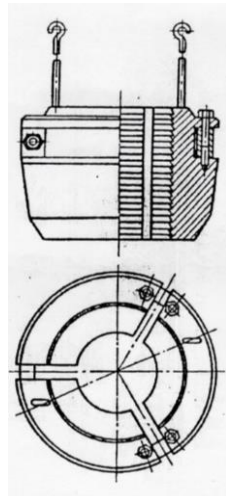


Figure 3. Casing hanger with eyebolts. element.

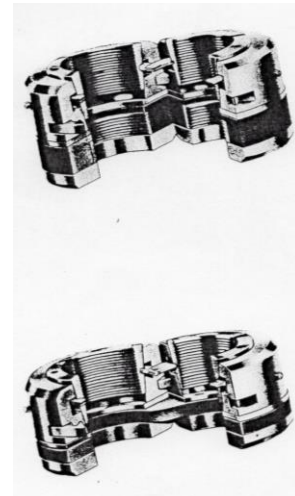


Figure 4. Casing hanger with seal element.

Calculation of the lower part of the casing head housing. As a rule, the material of the casing of the belt head is 20XГCJI or 30XГCJI. Yield strenght of these materials is σ_{ax} 450-500 MPa. Calculations are made in the following options (Fig.5.)

1. The maximum axial force falls on the casing hanger, and the pressure of the environment is equal to zero.
2. Up to 40% of the weight of the pipes falls on the casing hanger, and the pressure of the environment is equal to the working pressure.

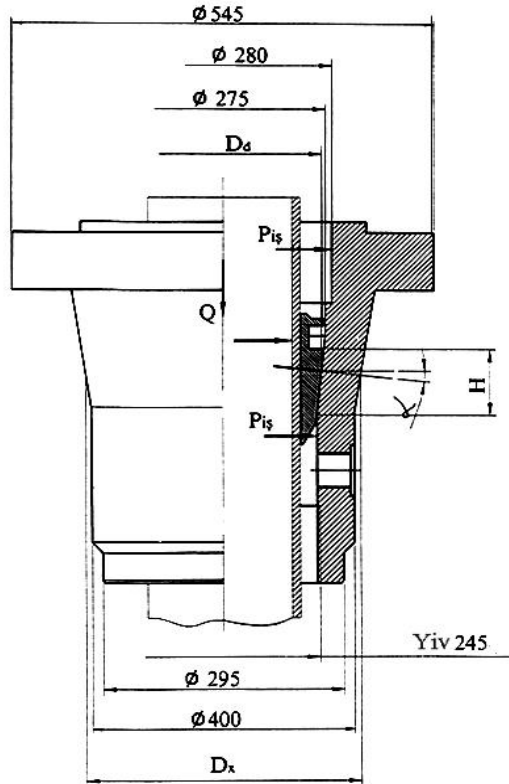


Figure 5. Scheme for the calculation of the elements of the casing head.

The calculation of the 1st option is carried out as follows.

The equivalent stress caused by the weight of pipes in the body is determined by the following formula:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\frac{1}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]},$$

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – main stresses.

$$\sigma_1 = \frac{q_{av}(R_x^2 + R_d^2)}{R_x^2 + R_d^2}.$$

Q_{av} – average specific pressure generated at the contact surfaces of the body with the casing hanger, Pa; R_x, R_d – are the outer and inner radii of the body at the center of the contact area between the casing hanger and the body.

Specific pressure is defined as:

$$q_{av} = \frac{N}{F_c}.$$

F_c – contact surface of the body with hangers, m^2 ; N – is the force exerted by one hanger on the body from the weight of the tubes.

The force acting on the body is defined as:

$$N = \frac{G}{3\sin(\alpha + \beta)}.$$

Here α - is the angle formed by the body and the hanger with the vertical surface; β - is the friction angle.

$$\beta = \arctg \mu ,$$

μ - coefficient of friction between steel and steel, $\mu = 0,15$.

The contact surface of the body with the hanger is determined as follows:

$$F_c = \alpha_p R_{or} N ,$$

α_p – the arc of the hanger meeting the body, in radians.

The stress from the axial force is determined by the following formula:

$$\sigma_2 = \frac{G}{\pi(R_x^2 - R_d^2)}.$$

The radial stress is determined as follows:

$$\sigma_3 = -q_{av} .$$

The strength reserve factor is calculated according to the yield strength of the metal

$$n = \frac{\sigma_{st}}{\sigma_{eq}}.$$

The calculation of the 2nd option is carried out as follows.

Up to 40% of the axial force falls on wedges.

$$N' = 0,4N$$

$$q'_{av} = \frac{N'}{F_c}.$$

The stresses caused by the internal pressure and 40% of the weight of the pipes falling on the hangers are calculated as follows:

$$\sigma_1 = \frac{(q'_{or} + P_w)(R_x^2 + R_d^2)}{R_x^2 - R_d^2};$$

$$\sigma_2 = \frac{0,4N}{\pi(R_x^2 - R_d^2)};$$

$$\sigma_3 = -q'_{av} .$$

The reserve factor of equivalent stress and strength is calculated as in option 1.

The third option is sometimes shown in the literature. In this version, the weight of the pipes is taken as zero, and the pressure of the fluid is equal to the working pressure. But in the second option, the reserve factor of strength is large, so the third option is not calculated.

Calculation of wellhead cross connection. The main assembly of all types of wellhead is its cross connection. The main constructive feature of cross connections is that they are designed for two

different working pressures. Therefore, the thickness of the cylindrical part of the it is taken a little more.

The strength of the cylindrical part is checked by the following formula:

$$[p_{brk}] = \frac{200S_n[\sigma]}{D_x}$$

$[p_{brk}]$ – releasable test pressure, MPa; S_n – nominal wall thickness, mm; D_x – the outer diameter of wellhead cross connection, mm; $[\sigma]$ – stress tensor, MPa.

In addition, the limit value of the pressure is calculated so that the cross connection does not lose its strength:

$$p_h = 2,66\sigma_T \lg \frac{D_x}{D_d}$$

D_x – outer diameter of the body, mm; D_d – inner diameter of the body, mm; σ_T – is the yield strength of the material, MPa.

Calculation of the flange of the wellhead. The calculation of the flanges, according to the methodology of AZINMASH, consists in determining their height h depending on the load limit.(pic.6).

$$Q_m = 1,7k\varphi\sigma_T h^2 \quad Q_m = Q_{pin} n_{me}$$

Q_{pin} – is the force generated in the pins from the internal pressure; n_{me} – reserve factor; k , φ – coefficients.

$$Q_{pin} = \frac{\pi}{4} d_x^2 P_s$$

d_x – is the outer diameter of the seal, mm; P_s – test pressure, kqs/sm².

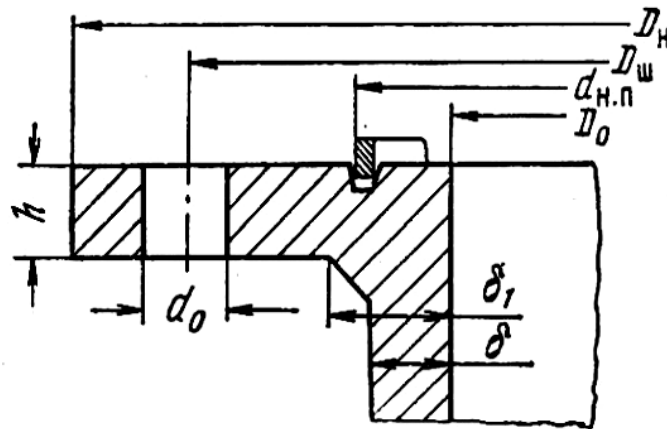


Figure 6. Calculation scheme of the flange.

k and φ coefficients determined by the following formulas:

$$k = 1 + \frac{D_o}{D_s - (D_o + \delta)} \left[\frac{D_x}{D_o} \cdot \frac{D_o + \delta}{D_s} + \frac{\delta_1^2}{h^2} - 1 \right];$$

$$\varphi = 1 - \frac{2d_o}{D_x - D_o}$$

D_x – flange outer diameter, mm; D_s – diameter of the hole for the pins, mm; D_o – the diameter of the passage of the flange, mm; δ – the thickness of the throat of the flange, mm; δ_1 – the thickness of the throat, taking into account the cone part of the flange, mm; d_o – is the diameter of the hole for the pins, mm.

Result

1. The operation of the casing hanger and the casing spool included in the wellhead structures, depends on the well parameters, the type of pipes and the working pressure.
2. The bending or failure of the casing hanger teeth inside the wellhead casings depends on the depth of the well, the work pressure and the operation of the locking mechanism in casing.

REFERENCES

1. Aslanov C.N., Huseynli Z.S. Refined calculation of the stress field of a polymer-composite seal for Christmas tree shut of devices. SCIENTIFIC RESEARCH OF THE SCO COUNTRIES SYNERGY AND INTEGRATION, Biying, China 2020, October 28, page 138-143
2. Aslanov C.N., Eyvazova Z.E., Huseynli Z.S. Bayramov F.H. Mashın, qurgu va avadanlıqların layihalandırılması. Dars vasaiti. Bakı, ADNSU-nun nashriyyati, 2020-ci il. 224 sah.
3. Vahidov M.A., Karimov O.M., Eyvazova Z.E. “Neft-qaz istehsalı texnikası” “Azarnashr”. Bakı-2008, 440 sah.
4. Z. Huseynli, A. Jamalov. Analytical study of hydraulic pressure caused by liquid in gate valves. EQUIPMENT TECHNOLOGIES MATERIALS/ DOI: 10.36962/etm0901202222 VOLUME 09 ISSUE 01,2022. Page 22-28.
5. Sultanova A.B., Aslanov Dzh. N., Guseynli Z.S. Diagnostika neftyanogo oborudovaniya vysokogo davleniya. «Nauka i prosveshcheniya» Penza, 25 iyunya, 2021 g. str.65

KƏMƏR BAŞLIĞININ HİSSƏLƏRİNİN HESABI

Qasım Məmmədov¹, Zenfira Hüseynli², Orxan İsmayılzadə³

¹Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, texnika elmləri namizədi, dosent. Email: qasim11_5858@mail.ru

²Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent.

Email: huseynli_z@rambler.ru

³Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, magistr. Email: ismayilzadeorxan28@gmail.com

XÜLASƏ

Kəmər başlığı bütün istismar kolonunu vahid sistemdə sərt birləşdirir, onların çəkisindən yaranan gücü qəbul edərək, bütün yükü konduktora ötürür. O, kəmərlər arası fəzanın izolyasiyasını və hermetikliyini təmin etməklə, eyni zamanda quyunun lülə hissəsinin vəziyyətinə nəzarət edilməsinə, lazımi texnoloji əməliyyatların yerinə yetirilməsinə imkan yaradır. Kəmər başlığı



quyuya endirilmiş istismar kəmərinin quraşdırılması üçün postament rolunu oynayır. Qazıma zamanı ona qazmadan sonra sökülən atqıyaqarşı avadanlıq-preventor quraşdırılır. Bu elementlərin sayı quyudakı istismar kolonlarının sayından asılı olur.

Kəmərlərin başlığı quyuya ağzında endirilməsinə və sementlənmə ardıcılığına görə düzülür. Onlar qazma zamanı oturdulmuş quyuya intervalından sonrakı gözlənilən lay təzyiqini nəzərə almaqla seçilir.

Kəmərlərin başlığının iş şəraiti olduqca çətinidir. Dərin quyularda qoruyucu kəmərlərin çəkisindən yaranan yüklənmə bir neçə yüz kilonyutonun keçə bilər. Kəmərlərin başlığı elementləri həmçinin onlarla kontaktda olan mühitin təzyiqini də qəbul edir. Lay mayesində və ya qazda H_2S , CO_2 olduqda və ya lay sularının güclü mineralaşmasında kəmərlərin başlığı onların korroziya təsirinə məruz qalır. Dərin quyularda istilik agentləri vurularkən onların lülələri və kəmərlərin başlıqları $150-250^{\circ}C$ —yədək qızır, Şimal şəraitində isə $-60^{\circ}C$ —yədək soyuyur. Kəmərlərin başlığının etibarlılığının pozulması ciddi qəzaların, ayrı-ayrı hallarda isə yanğınların, partlayışların, bədbəxt hadisələrin baş verməsinə səbəb olur.

Xüsusilə çoxkəmərləli quyuların kəmərlərin başlıqları böyük kütləyə və şaquli qabaritə malik olurlar. Onların yüksək metal tutumu və böyük tələbatın olması hazırlanmalarına böyük miqdarda, xüsusilə də legirlənmiş poladların sərf olunmasını tələb edir. Kəmərlərin başlığının şaquli qabaritinin böyüməsi ilə quyunun xidmət edilməsi də mürəkkəbləşir.

Quyuya avadanlıqları üçün kəmərlərin başlıqları çox saylı qoruyucu kəmərləli: üç, dörd və beşkolonlu hazırlanırlar. Belə kəmərlərin başlıqlarının prinsiplial və konstruktiv sxemləri analojidir.

Açar sözlər: kəmərlərin başlığı, paz asqısı, ekvivalent gərginlik, silindrik hissə, flans

РАСЧЕТ ЧАСТЕЙ КОЛОННОЙ ОБВЯЗКИ

Гасым Мамедов¹, Зенфира Гусейнли², Орхан Исмайлзаде³

¹Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, кандидат технических наук, доцент. Эл. адрес: qasim11_5858@mail.ru

²Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Доктор философии по технике, доцент. Эл. адрес: huseynli_z@rambler.ru

³Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, магистрант. Эл. адрес: ismayilzadeorhan28@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Колонная обвязка жестко связывает всю рабочую колонну в единую систему, принимает нагрузку, возникающим их весом, и передает всю нагрузку на проводник. Обеспечивает изоляцию и герметичность пространства между колоннами в то же время позволяет контролировать состояние ствольной части скважины и выполнять необходимые технологические операции. Колонная головка служит постаментом для установки опускаемой в скважину эксплуатационной колонны. Во время бурения на нем устанавливается противобросовое оборудование-превентор, которое после бурения демонтируется. Количество этих элементов зависит от количества рабочих колонн в скважине.

Колонная головка расположена в соответствии с последовательностью спуска и цементирования на устье скважины. Их выбирают в ходе бурения с учетом ожидаемого пластового давления после пробуренного интервала скважин.

Условия работы колонной головки достаточно тяжелые: В глубоких скважинах нагрузка от веса защитных колонн может превышать несколько сотен килоньютонов. Элементы колонной головки также поглощают давление среды, контактирующей с ними. При наличии H₂S, CO₂ в пластовой жидкости или газе или сильной минерализации пластовых вод колонная головка подвергается коррозии. При закачке теплоносителя в глубокие скважины их НКТ и обсадная головка нагреваются до 150-250°C, а в северных условиях охлаждаются до -60°C. Нарушение надежности колонной головки приводит к серьезным авариям, а в некоторых случаях – пожарам, взрывам

В частности, обсадные головки многообсадных скважин имеют большие массу и вертикальный размер. Их высокая металлоемкость и высокий спрос требуют затрат большого количества стали, особенно легированной, на их производство. С ростом вертикального размера колонной головки обслуживание скважины усложняется.

Колонные головки для скважинного оборудования изготавливаются с разным количеством защитных колонн: трех-, четырех- и пятистоечными. Принципиальная и конструктивная схемы таких колонных головок аналогичны.

Ключевые слова: колонная обвязка, клиньевая подвеска, эквивалентное напряжение, цилиндрическая часть, фланец.

IMPROVEMENT OF CONSTRUCTION FITTINGS PRODUCTION TECHNOLOGY AS A STEP IN THE DEVELOPMENT OF CLEANER PRODUCTION

Elman Aliyev¹, Konul Amirmatova²

¹Deputy director, R. L. "Nanomaterials and Nanotechnology", Azerbaijan State Oil and Industry University, Doctor of economic science, Azerbaijan. Email: elrancam@gmail.com ORCID ID 0000-0002-3114-511X

²Junior researcher, "Nanomaterials and Nanotechnologies" Scientific Research Laboratory, PhD student Department of "Materials science and processing technologies", Azerbaijan State Oil and Industry University. E-mail: amirmatova@gmail.com ORCID ID 0000-0002-6223-7623

ABSTRACT

This study is devoted to the topic of environmental problems arising in the process of production of reinforcement building materials and the possibility of reducing the environmental burden on the environment through the introduction of improved technology for the production of structural reinforcement. The authors substantiate the need to improve production technology, present a modern method and technology aimed not only at reducing emissions into the environment, but also improving the quality of the products obtained, which is another step towards the development of environmentally friendly production. In the proposed technology, liquid metal in a furnace is fed to a single-head casting plant, intermediate heating during the production of fittings is eliminated, which leads to environmental and production benefits, which will also be described in the article.

The study is of practical interest to manufacturers of building reinforcement, as well as to specialists in the field of ecology and economics, who are involved in reducing the harmful impact on the environment and optimizing production costs.

Keywords: building fittings, production, technology, ecology, pollution, waste, environmentally friendly production, energy saving, quality, cost optimization.

Relevance of the topic

The production of building fittings is the largest consumer of energy and a source of an impressive amount of environmental pollutants (OS) substances. As designing and improving equipment for the building fittings industry, it is important to take into account the basic requirements of environmental, chemical and economic aspects. However, in practice, there is often a tendency to satisfy some aspects, sacrificing others, so while making decisions to achieve certain goals, the results may not meet expectations. Thus, in the process of a number of industries, only a small amount of feedstock turns into a final product, which leads to waste and an increase in environmental pollution, respectively. Thereby the quality of the technology and the volume of the final product obtained are directly related to the amount of waste generated as a result of production. Improving the technology for the production of building reinforcement will not only have a positive impact on reducing the environmental burden on the environment, but also on improving energy efficiency, improving product quality indicators and reducing material costs for production. The introduction of the proposed technology will also contribute to the development of the field of environmentally friendly technologies, which is an opportunity to combine the development of economic progress with environmental sustainability.

Therefore, the presented topic is extremely relevant for further research and development, as a way to comprehensively solve today's important problems, i.e. striving to follow the environmental interests of the region, taking into account the improvement of the quality of valves production products.

The impact of the production of fittings on the environment

Over the past decades, the world industry has experienced a number of important turning points due to various economic, environmental and social reasons. In the 70s and 80s, the concept of cheap energy ceased to exist and it became clear that we are responsible for the safety and future of the environment.

Over the 20th century, the volume of industrial production has increased more than 50 times, where 4/5 of it has been in the period since 1950. Modern metallurgical enterprises are a complex production complex, including a wide variety of workshops, and sometimes individual plants. The waste of these enterprises contributes to atmospheric air pollution, occupies and pollutes the soil, the hydrosphere - in particular, groundwater.

Metallurgy, after the enterprises of the FEC (Fuel and Energy Complex), ranks second among industries in terms of the degree of damage caused by the environment. Thus, the metallurgical industry accounts for 34% of pollution. The next places are occupied by the energy sector (27%), as well as the oil and gas industry (7%). Industrial wastes are chemically heterogeneous, complex multicomponent mixtures of substances with different physical and chemical properties, which determines the degree of danger of their impact on the environment, the biosphere and the human body in particular.

Dust, carbon monoxide and sulfur, hydrogen sulfide, fluorides, hydrocarbons, compounds of manganese, vanadium, chromium and other wastes fall on the share of ferrous metallurgy enterprises. All metallurgical enterprises are sources of pollution with dust, carbon oxides and sulfur. We will consider some of them below.

Carbon monoxide (CO), commonly known as carbon monoxide, is a colorless, odorless gas produced by the incomplete combustion of natural gas due to lack of oxygen. When carbon monoxide is inhaled, due to the double bonds in its molecule, it forms an additional complex compound with human blood hemoglobin, which prevents oxygen from entering the blood.

Carbon dioxide (CO₂) is a greenhouse gas involved in the earth's heat exchange process. The increase in carbon dioxide contributes to the melting of ice and rising ocean levels, which causes flooding and climate change on the planet.

Sulfur anhydride SO₂, formed during the combustion of fossil fuels, is primarily involved in the formation of acid rain. Global SO₂ emissions are estimated at 190 million tons per year. Prolonged exposure to this gas on a person first causes a loss of taste in the mouth, shortness of breath, and then pneumonia, heart failure, circulatory disorders, and respiratory arrest.

So, over the past 150 years, the amount of CO₂ emissions has at least increased from 0.03 to 0.035%. The amount of CO₂ emissions by 2022, according to research by the Global Carbon Project, has reached its record levels, as a result of the recovery from the pandemic and the growth in the use of coal, oil and gas. In Azerbaijan, according to available data, total CO₂ emissions by 2020 amounted to 34 million tons. From 2013 to 2021, large-scale work was done to prevent air pollution in large cities of Azerbaijan. However, the issue of pollution is still relevant today. During the same period, the average annual amount of SO₂ in large cities of Azerbaijan



was: Baku and the surrounding area was 25-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in Ganja 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Mingachevir 30-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, while in the city of Sumgayit the figure reached up to 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Such emissions also had an impact on the change in air temperature. So, if in the period 1961 to 1990 the average annual temperature in the country was 12.3°C, then by 2021 the average annual index in the country was 13.5°C.

So-called technogenic zones are formed around enterprises, where a high content of harmful substances is observed (in soil, snow, water, vegetation). Soil pollution also occurs through precipitation containing carcinogenic components, acid rain.

Depending on the direction and speed of the winds in the area around the enterprises, pollution can be observed within a radius of up to 50 km, or even more. So, up to 15 kg of dust falls on average per 1 m^2 per day, polluting the soil, water bodies and the atmosphere.

Pollutants penetrate the soil under the influence of precipitation and become unsuitable for agriculture. The environmental problem causes millions of losses to the economy.

Water consumption by metallurgical plants is 15-20% of the total industrial production. About 70-60% of wastewater is classified as "conditionally clean", having only an elevated temperature; 30-40% of this water is waste, polluted with various impurities and harmful compounds. The ingress of wastewater into water bodies leads to an increase in the amount of suspended particles and their subsequent accumulation on the bottom; an increase in temperature, which contributes to the violation of the oxygen regime; increase in acidity - which can lead to the death of aquatic organisms. A characteristic feature of heavy metals is their accumulation at the bottom of rivers and aquatic plants. In the body of fish living in such reservoirs, harmful substances accumulate. Then they reach living organisms.

In the world 3 billion tons of solid industrial waste, 500 km^3 of hazardous effluents and 1 billion tons of aerosols are emitted annually. The constituent part of which can include more than 800 substances, for example, mutagens - affecting heredity, carcinogens - on the initiation and development of malignant neoplasms; nerve poisons. In some areas, the level of pollution exceeds the MPC (maximum permissible concentration) up to 10 times or more.

Therefore, understanding the main problems in the production of fittings and how to solve them is extremely important for the production of high-quality, reliable and compliant materials. By solving environmental problems together with quality problems, the manufacturer contributes to an increase in the environmental component and the efficiency of production processes, while simultaneously increasing the quality of the products obtained and reducing the environmental burden on the environment.

The current technology for the production of fittings and the conditionality of the steps in creating an environmentally friendly technology

Azerbaijan plays an important role in maintaining the regional function of the biosphere, since the biosphere of the republic is characterized by a significant biodiversity of flora and fauna.

In 2021 the growth rate of the metallurgical industry alone was about 17%. Today, about 44 metallurgical enterprises operate in Azerbaijan, and 33 of them are located on the Absheron Peninsula. There are 7 in Ganja, 2 in Sumgayit, and the one each in Hajigabul and Lerik, respectively. Most of the industrial enterprises from the above are engaged in foundry production (39 out of 44). Despite the fact that large companies follow to compliance with environmental standards, this issue is still relevant for small ones.

The improvement of technology and the conditionality of steps towards the creation of environmentally friendly production are explained by the importance of preserving the environment and developing a balance between solving socio-economic problems, meeting the needs of the current generation and the necessary life resources for future generations. Therefore, the main criteria for safe ecological development are:

- Stopping growth or reducing the amount of emissions into the environment
- Setting and strict monitoring of environmental emission standards
- Reducing energy consumption, material consumption, waste output and increasing the degree of their recycling

So in order to meet the domestic demand of the republic for building fittings, the main issues are a constant increase in production volumes, preparation of high-quality fittings, increasing the competitiveness of the enterprise in the market and reducing the cost of the final product - fittings, and with all this, through solving all issues, it is necessary to take into account environmental aspects of production.

The construction work carried out in the republic creates the need for the development of the metallurgical industry. Currently, at one of the stages of the production of reinforcement, that is, before rolling, the castings are heated to the required temperature in refractory furnaces. This leads to a decrease in the quality of the metal and metal losses. At existing enterprises, due to the reheating of castings with gas, an ecological disaster occurs and the metal ignites, which affects the quality of the product. So only in 2021, the consumption of used natural gas was 48 million m³, and the irretrievable loss of metal reached up to 10% of the total volume.

Today, in the process of rebar production at the stage before rolling, castings are heated in refractory gas furnaces to the required temperature, which leads to a decrease in the quality of the metal and its losses. Methodical furnace is a complex technical device that is used to heat the alloy to the required performance. During heating in the furnace, the alloy interacts with hot gases containing oxygen and water vapor, forming a layer of iron oxide (iron burn). This leads to the loss of metal, lowering its quality and increasing the negative impact on the environment.

The effectiveness of the proposed technology is analyzed by comparing castings with high frequency induction heating technology instead of the traditional method from manufacturers that do not have a melting furnace, unlike other valve manufacturers. At another production site, it is planned to switch directly from the furnace to the rolling device by switching to continuous production; intermediate heating is excluded during the production of fittings.

The proposed technology as a step in the development of environmentally friendly production. According to various definitions, cleaner production concepts include:

- Cleaner production program where it is achieved:
 - by applying know-how techniques, improving and improving technologies;
 - focusing on reducing negative impacts throughout the production cycle;
 - economy of raw materials and energy;
- Environmental efficiency, including criteria such as:
 - reduction of material and energy consumption for production;
 - increasing the shelf life of goods and improving their quality characteristics;
 - reducing the spread of toxic substances;
- Reduction ratio (the desire to reduce the cost of materials per unit of service or product)



In the context of an increase in the volume of construction and installation work in the republic, there is a rapid increase in demand for high-quality products of building reinforcement. In the process of introducing the proposed technology as a method that contributes to the development of high-quality production of building materials, such conditions are taken into account as: increase in the production of reinforcement by eliminating losses; strict adherence to standards; reduction of gas consumption due to the elimination of reheating, thereby reducing the emission of "pollutants" and the desire to meet international standards.

With the exception of the Baku Steel Company, today in most factories and workshops on the territory of the republic, those engaged in the production of fittings use induction furnaces, in the use of which there are certain obstacles, such as the impossibility of blowing with oxygen and metal deoxidation. Unlike an induction furnace, the use of arc furnaces allows the above manipulations in the furnace itself, which positively affects the quality of the alloy. During intermediate heating of castings with gas, it leads to the formation of metal burns and an increase in emissions of carcinogenic components in the OS. As an alternative, it was proposed to cut the molten metal to the specified dimensions and then, after ensuring complete crystallization of the metal (1300-1400 °C), the resulting alloys are fed to a rolling machine with an elevator at a temperature of 1200-1250 °C

The application of the technology we offer corresponds to a large number of the above concepts of environmentally friendly production, which is designed to reduce the time spent on preparing one ton of rebar and the area for production, the complete elimination of the use of gas and the burning of metal. Also, during the production, the final product meets the standards, which in turn helps to increase the competitiveness of the enterprise in the market by reducing the cost. The proposed technology is suitable for all manufacturers involved in the production of fittings.

Considering environmentalists concerns about environmental protection, the increased demand for the production of building reinforcement, design and construction control of specialized plants and workshops should be licensed by the state. When designing new production technologies, it is necessary to take into account environmental and economic factors of production, such as production safety, product quality indicators, as well as pricing factors.

Conclusions

In the process of analysis, it was found that today steps in the development of environmentally friendly production, taking into account both environmental and economic aspects, are a priority in the modern world.

Improving production processes can reduce emissions of pollutants into the atmosphere, reduce energy and raw material consumption, improve product quality, and reduce waste disposal costs.

Reduction of production costs, consequently a reduction in cost with a simultaneous increase in production efficiency, allow us to consider the above-described production technology as economically viable.

Taking into account such aspects as reducing environmental emissions by reducing energy consumption and consumption of raw materials, while improving the quality of the product, allows us to consider the process of improving production processes as a step in the development of cleaner production. Which in turn will have a positive impact on the environment and lead to an improvement in the quality of life of people.

REFERECES

1. Aliev E.A. Application of fuzzy logic for risk analysis of investment projects. (On the example of the procurement production of the machine-building industry). RS Global: world science. 2(54)/February 2020. P. 50-53.
2. Aliev E.A. Increasing the productivity and energy efficiency of through heating. ADNSU. " Equipment, Technologies, Materials" Scientific and technical magazine. No. 2. 2019. p. 64-72.
3. Aliev E. A., I. A. Gabibov, R. A. Ismailova, and R. O. Huseynov. APPLICATION OF FUZZY LOGIC FOR RISK ASSESSMENT IN INVESTMENT PROJECTS. SOCAR Proceedings Special Issue No. 2 (2022) 093-099
4. Drozdova, N.N. Ecological aspects of the production of building fittings / N.N. Drozdova, A.V. Shabalin // Bulletin of the Voronezh State Technical University. - 2016. - No. 1. - p. 133-137.
5. Levchenko, V.V. Improving the technology for the production of building reinforcement using composite materials / V.V. Levchenko, N.V. Nikolaev // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. - 2018. - T. 20. - No. 4. - p. 517-527.
6. Yakovlev, A.A. Economic aspects of the production of building fittings / A.A. Yakovlev, E.A. Sergeeva // Young scientist. - 2017. - No. 38. - p. 261-264.
7. Grineva, O.I. Assessment of the impact of the production of building fittings on the ecological situation in the city / O.I. Grineva, M.A. Demidova, N.A. Kholina // Proceedings of the Tomsk Polytechnic University. - 2017. - T. 330. - No. 2. - p. 56-62.
8. Grishin, A.M. Product quality in the production of construction fittings and its improvement / A.M. Grishin // Problems of modern economics. - 2019. - No. 3. - p. 124-128.
9. Usov B.A., Okolnikova G.E., Akimov S.Yu., Ecology and production of building materials / Natural-mathematical and technical sciences / No. 17-2015 / 84 - 105 p.
10. Bolshina E.P. / Ecology of metallurgical production / Novotroitsk 2012/ 155 p.

EKOLOJİ TƏMİZ İSTEHSALIN İNKİŞAFINDA BİR ADDIM KİMİ BİNA ARMATURLARININ İSTEHSALI TEXNOLOGİYASININ TƏKMİL EDİLMƏSİ

Elman Əliyev¹, Könül Əmirmətova²

¹Müdür müavini, "Nanomateriallar və nanotexnologiyalar" ETL, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, iqtisadiyyat üzrə fəlsəfə doktoru, Azərbaycan. Email: elmancam@gmail.com ORCID ID 0000-0002-3114-511X

²"Nanomateriallar və Nanotexnologiyalar" Elmi Tədqiqat Laboratoriyasının kiçik elmi işçisi, PhD tələbəsi, kafedra "Materialşünaslıq və emal texnologiyaları" Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti.

E-mail: amirmetova@gmail.com ORCID ID 0000-0002-6223-7623

XÜLASƏ

Bu tədqiqat armatur tikinti materiallarının istehsalı prosesində yaranan ekoloji problemlər və konstruksiya armaturlarının istehsalı üçün təkmilləşdirilmiş texnologiyanın tətbiqi yolu ilə ətraf



mühitə ekoloji yükün azaldılması imkanları mövzusunda həsr edilmişdir. Müəlliflər istehsal texnologiyasının təkmilləşdirilməsi zərurətini əsaslandırır, təkcə ətraf mühitə atılan tullantıların azaldılmasına deyil, həm də alınan məhsulların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına yönəlmiş müasir metod və texnologiya təqdim edir ki, bu da ekoloji təmiz istehsalın inkişafı istiqamətində növbəti addımdır. Təklif olunan texnologiyada sobadakı maye metal tək başlı tökmə zavoduna qidalanır, fitinqlərin istehsalı zamanı ara istilik aradan qaldırılır, bu da ekoloji və istehsal faydalarına gətirib çıxarır, bu da məqalədə təsvir ediləcəkdir.

Tədqiqat binanın möhkəmləndirilməsi istehsalçıları, eləcə də ətraf mühitə zərərli təsirlərin azaldılması və istehsal xərclərinin optimallaşdırılması ilə məşğul olan ekolojiya və iqtisadiyyat sahəsində mütəxəssislər üçün praktiki maraq doğurur.

Açar sözlər: tikinti armaturları, istehsal, texnologiya, ekolojiya, çirklənmə, tullantılar, ekoloji təmiz istehsal, enerjiyə qənaət, keyfiyyət, xərclərin optimallaşdırılması.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ АРМАТУР, КАК ШАГ В РАЗВИТИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ – ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА

Эльман Алиев¹, Кёнуль Амирметова²

¹Заместитель директора, Р.Л. «Наноматериалы и нанотехнологии», Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, доктор экономических наук, Азербайджан.

Email: elmancam@gmail.com ORCID ID 0000-0002-3114-511X

²Младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Наноматериалы и нанотехнологии», докторант, кафедра «Материаловедение и технологии обработки», Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности. E-mail: amirmetova@gmail.com ORCID ID 0000-0002-6223-7623

РЕЗЮМЕ

Данное исследование посвящено теме экологических проблем, возникающих в процессе производства строительных материалов арматур и возможностью уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду путем внедрения совершенствованной технологии производства строительной арматуры. Авторы обосновывают необходимость совершенствования технологии производства, представляют современный метод и технологию, направленную не только на сокращение выбросов в ОС, но и улучшение показателей качества получаемой продукции, что является еще одним шагом в сторону развития экологически-чистого производства. В предлагаемой технологии жидкий металл в печи подается на одностороннюю разливочную установку, исключается промежуточный нагрев при производстве арматуры, что приводит к экологическим и производственным преимуществам, которые также будут описаны в статье.

Исследование представляет практический интерес для производителей строительной арматуры, а также для специалистов в области экологии и экономики, которые занимаются вопросами снижения вредного воздействия на окружающую среду и оптимизации затрат на производство.

Ключевые слова: строительная арматура, производство, технология, экология, загрязнение, отходы, экологически-чистое производство, энергосбережение, качество, оптимизация затрат.



ƏYLƏC KÜNDƏSİ MATERIALLARININ SÜRTÜNMƏ PROSESİNİN ANOVA VASİTƏSİLƏ STATİSTİK ÖYRƏNİLMƏSİ

Fikrət Yusubov

Kiçik elmi işçi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, E-mail: fikratyusub@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2095-2469>

XÜLASƏ

Təqdim olunan araşdırma ovuntu metallurgiya metodları vasitəsilə hazırlanmış kompozisiya materialların sürtünmə prosesinin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Tədqiqat obyektini olaraq tərkibinə az miqdarda metal hissəcikləri qatılmış polimer əsaslı friksion materiallar götürülmüşdür. Nümunələri hazırlamaq üçün ənənəvi ovuntu metallurgiya metodları sxeminə daxil olan texnoloji addımlar gözlənilmişdir. Həm ovuntuların xırdalanması, həm də hissəciklərin ölçülərinin maksimum səviyyədə eyni ölçü və formaya gətirilməsini təmin etmək üçün laboratoriya dəyirmanında xırdalanmışdır. Sonrakı mərhələlərdə müvafiq olaraq soyuq preslənmə (10MPa), qızdırılaraq presləmə (160°C, 25,5 MPa) və sinterləmə (160°C-də 5 saat müddətində) prosesləri həyata keçirilmişdir. Sürtünmə prosesinin qiymətləndirmək üçün çoxamilli təcrübə metodlarından istifadə edilmişdir. Riyazi modeli qurmaq üçün ortoqonal Taquçi metoduna müraciət edilmiş və dispersiya analizindən (ANOVA) istifadə etməklə prosesə təsir göstərən amillər müəyyən edilmişdir. Taquçi nizamı üzrə planlaşdırma matrisini qurmaq üçün standart L27 (3³) modeli seçilmişdir. Bu model üzrə təcrübələrin sayı 27, amillərin və səviyyələrin sayı 3-dür. Sürtünmə əmsalının optimal rejimlərini tapmaq üçün riyazi model standart “ən böyük yaxşıdır” kriteriyasına əsasən loqarimfik itki funksiyası ilə qurulmuşdur. Sürtünmə sınaqları MMW-1 tribometrində “barmaqçıq-disk” mexanizmi əsasında aparılmışdır. Kontrcisim materialı olaraq tablandırılmış polad materialından istifadə edilmişdir. Proses parametrlərinin seçilməsində ağır və orta yüklənmiş friksion sistemlər üçün tətbiq olunan rejimlər nəzərə alınmışdır. Alınmış nəticələr əsasən riyazi model qurulmuş, təsiredici amillər müəyyən edilmişdir. Seçilmiş amillər içərisində prosesə ən çox təsir göstərən parametrlərin təmiz təzyiqinin olduğu aşkar edilmişdir.

Açar sözlər: əyləc kündələri, kompozisiya materialları, sürtünmə və yeyilmə, ANOVA, Taquçi, barmaqçıq-disk

Giriş

Hərəkət icra edən hər hansı bir avadanlığın ən mühüm hissəsi əyləc sistemidir. Əyləmə prosesində əyləc kündəsi qurğunun fırlanan elementinə qarşı friksion müqavimət yaradaraq ya hərəkəti yavaşladır, yaxud da tamamilə dayandırır. Əyləc kündəsi kompozisiya materialları içərisində ən kompleks strukturlu olub, əlaqələndiricilər doldurucular, modifikatorlar və s. tərkib elementlərindən ibarətdirlər. Əyləc kündəsi materialları çoxkomponentli kompozitlərdən ibarət olub avadanlığın hərəkətdə olan işçi hissələrinin kinetik enerjisini termiki enerjiyə çevirmə funksiyasını yerinə yetirirlər [1]. Əyləc sistemlərinə daxil olan materiallar layihə olunarkən stabil sürtünmə xarakteristikası, davamlıq, səs-küy və vibrasiyanın minimuma endirilməsi əsas normalardan hesab olunur. Sürtünmə zamanı yeyilməyədavamlığın yüksək olması və yüksələn temperaturlarda fiziki-mexaniki xassələrin maksimum səviyyədə öz ilkin xassələrini saxlaması

xüsusiyyətləri bu materialların ağır yüklənmiş tribotexniki sistemlərdə işləməsinə imkan verir. Təmas materialların tribotexniki xassələri müxtəlif meyarlardan asılı olaraq əyləmə dövründə davamlı olaraq dəyişməyə məruz qalır. Bu araşdırmada ovuntu metallurgiya metodları əsasında hazırlanmış asbestsiz yeni kompozisiya materiallarının sürtünmə fəaliyyəti öyrənilmişdir.

Materiallar və avadanlıqlar

Nümunələrin hazırlanmasında əhəmiyyətli ovuntu metallurgiya metodlarından: xırdalama və qarışdırma, soyuq preslənmə (10MPa), qızdırılaraq preslənmə (160°C, 25,5MPa) və sinterləmə (160°C-də 5 saat müddətində) kimi texnoloji ardıcılıqdan istifadə edilmişdir. Kompozisiya materiallarının tərkibi 25% barit, 25% fenol-formaldehid, 7% aluminium oksid, 5% sintetik vallostonit, 10% qurğuşun, 10% qalay, 7% mis-qrafit (80%Cu20%C), 5% silisium oksid və az miqdarda maqnezium oksid, molibden disulfid kimi müəyyənləşdirilmişdir. Triboloji sınaqların aparılması üçün tələb olunan nümunələrin diametri hündürlüklə müqayisədə çox kiçik olduğu üçün preslənmə ikitərəfli sxem üzrə aparılmışdır və nəticədə uzunluğu 13 mm, diametri 7 mm olan silindrik kompozitlər hazırlanmışdır (Şək.1).



Şəkil 1. Sürtünmə sınaqlarında istifadə edilən silindrik nümunələr

Sınaqların aparılma metodikası

Alınmış nümunələrin triboloji xassələri “barmaqciq-disk” mexanizmi üzrə vertikal MMW-1 qurğusunda öyrənilmişdir (Şək.2). Sınaqlara başlamazdan öncə nümunələrin səthi SiC kağızı ilə cilalanmışdır. Sınaqlar eyni vaxtda üç ədəd eyni nümunənin disk üzərində verilmiş yüklə sürtünməsi yolu ilə aparılmışdır. Əksisim olaraq tablandırılmış polad materialından (44-46HRC) istifadə edilmişdir. Hər üç nümunə üçün orta sürtünmə əmsalı qiyməti kompüterdə əvvəlcədən seçilmiş metoda əsasən avtomatik hesablanmışdır. Sürtünmə sürəti aşağıdakı düsturun köməyi ilə tapılmışdır:

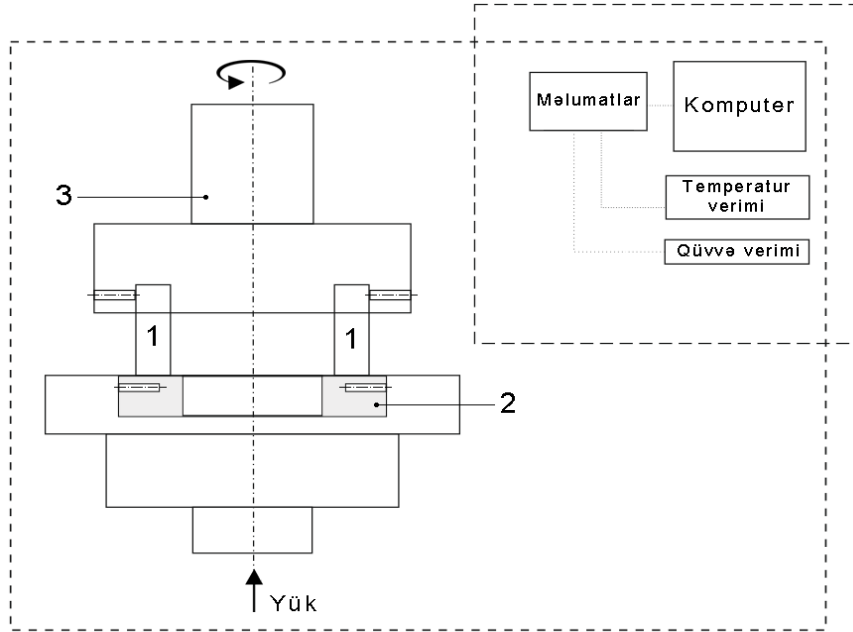
$$v = \omega \cdot r = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot r$$

n= dövrlərin sayı, ω -bucaq (çevrəvi) sürəti (rad/s), r-sürtünmə radiusu.

Nəticələrin müzakirəsi

Çoxamilli proseslərdə səmərəliyin qiymətləndirilməsi məsələlərin həlli üçün riyazi metodların tətbiqi daha rəşional yanaşma metodu hesab olunur [2]. Eksperimentlərin optimal planlaşdırması metodlarında prosesin statik təhlil əsasında reqressiya və ya korrelyasiya analizlərinin aparılması

çoxsaylı eksperimentlərin sayını minimuma endirərək zaman və material sərfəsinin qarşısını almış olur [3]. Bu baxımdan hazırladığımız yeni friksion materialların triboloji fəaliyyətini qiymətləndirmək üçün eksperimentlərin optimal planlaşdırılması metodlarına müraciət edilmişdir. Optimal rejim parametrlərini müəyyənəşdirmək və materialların sürtünmə əmsalına təsir göstərən əsas meyarları təyin etmək üçün alınmış nəticələr Taquçi metodu əsasında MINITAB 19 proqramında statistik emal olunmuşdur. Ortoqonal Taquçi nizamı üzrə planlaşdırma matrisini qurmaq üçün standart L27 (3^3) modeli seçilmişdir. Bu model üzrə təcrübələrin sayı 27, amillərin və səviyyələrin sayı 3-dür. Matrisin qurulmasında hər üç səviyyədə dəyişənlərin sütunlarda yerləşmə ardıcılığı üçün AB, AC və BC düzümü tətbiq edilmişdir. Dispersiya analizi (ANOVA) 95%-lik etibarlılıq səviyyəsi ilə həyata keçirilmişdir. Proses parametrləri və onları səviyyələri haqqında məlumat cədv.1-də verilmişdir.



Şəkil 2. Triboloji sınaqların aparılmasında istifadə edilən qurğunun sxematik təsviri 1-nümunələr, 2-disk, 3-fırlanma mexanizmi.

Eksperimentlərin planlanlaşdırılmasında istifadə edilən əsas meyarlar olaraq x_1 - təmas təzyiqi (MPa), x_2 - sürüşmə sürəti (m/san) və x_3 -tsikillərin sayı götürülmüşdür. Qəbul olunmuş tam amilli eksperiment planma metoduna uyğun olaraq təcrübələrin sayı 27 götürülmüşdür [4]. Qurulmuş matris əsasında aparılmış eksperimentlərin nəticələri cədv.2 verilmişdir.

Cədvəl 1. Proses parametrləri və onları səviyyələri.

Amillər	Kodu	Vahidləri	Səviyyə I	Səviyyə II	Səviyyə III
Təmaz təzyiqi	X_1	MPa	1.9	5.75	9.6
Sürüşmə sürəti	X_2	m/san	0.64	1.57	2.5

Tsikillərin sayı	X ₃	n	10000	20000	30000
------------------	----------------	---	-------	-------	-------

Cədvəl 2. Ortoqonal L₂₇ (3³) modeli əsasında aparılmış təcrübələrin nəticəsi.

№	Təzyiq, MPa	Sürət, m/san	Tsikillər, n	Sürtünmə əmsalı, μ	Təsirlər nisbəti (S/N)
	1.9	0.64	10000	0.428	-7.37112
	1.9	0.64	20000	0.403	-7.89390
	1.9	0.64	30000	0.395	-8.06806
	1.9	1.57	10000	0.396	-8.04610
	1.9	1.57	20000	0.391	-8.15646
	1.9	1.57	30000	0.385	-8.29079
	1.9	2.5	10000	0.386	-8.26825
	1.9	2.5	20000	0.375	-8.51937
	1.9	2.5	30000	0.360	-8.87395
	5.75	0.64	10000	0.435	-7.23021
	5.75	0.64	20000	0.423	-7.47319
	5.75	0.64	30000	0.411	-7.72316
	5.75	1.57	10000	0.419	-7.55572
	5.75	1.57	20000	0.414	-7.65999
	5.75	1.57	30000	0.396	-8.04610
	5.75	2.5	10000	0.405	-7.85090
	5.75	2.5	20000	0.396	-8.04610
	5.75	2.5	30000	0.382	-8.35873
	9.6	0.64	10000	0.443	-7.07193
	9.6	0.64	20000	0.441	-7.11123
	9.6	0.64	30000	0.427	-7.39144
	9.6	1.57	10000	0.440	-7.13095
	9.6	1.57	20000	0.436	-7.21027
	9.6	1.57	30000	0.408	-7.78680
	9.6	2.5	10000	0.433	-7.27024
	9.6	2.5	20000	0.417	-7.59728
	9.6	2.5	30000	0.381	-8.38150

Sürtünmə əmsalının optimal rejimlərini tapmaq üçün prosesin normal iş rejiminin pozulmasına səbəb olan təsirlər nisbəti (siqnal - küy nisbəti) standart “ən böyük yaxşıdır” kriteriyasına əsasən loqarimfik itki funksiyası ilə hesablanmışdır.

$$S/N = -10 * \log(\Sigma(1/Y^2)/n)$$

Təcrübə sınaqlarının nəticələrinin dispersiya analizi (ANOVA) vasitəsilə emalı sürtünmə əmsalına təsir göstərən amillərin identifikasiyasını müəyyən etməyə kömək etmişdir (Cədv. 3).

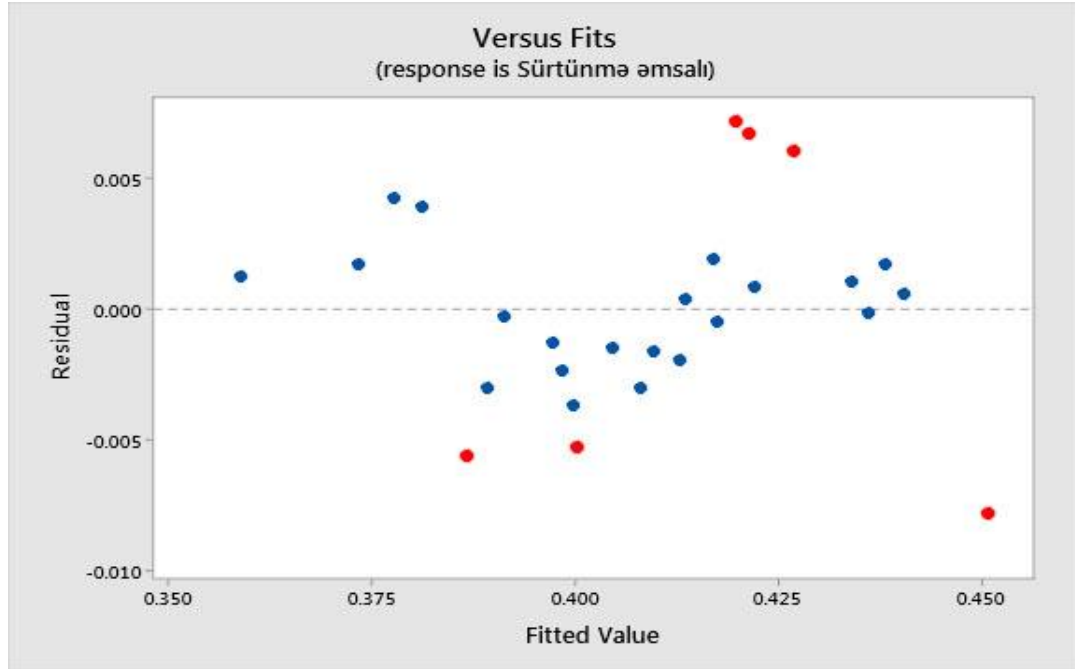
Cədvəl 3. Sürtünmə əmsalı üçün dispersiya analizinin (ANOVA) nəticələri

Amil şərtləri	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F-value	P-value	T, %
Təzyiq (X ₁)	2	0.005241	0.005241	0.002621	59.85		39.00%
Sürət (X ₂)	2	0.004096	0.004096	0.002048	46.77		30.47%
Tskillər (X ₃)	2	0.003271	0.003271	0.001636	37.35		24.34%
X ₁ ^X ₂	4	0.000081	0.000081	0.000020	0.46	0.761	0.60%
X ₁ ^X ₃	4	0.000229	0.000229	0.000057	1.31	0.345	1.70%
X ₂ ^X ₃	4	0.000171	0.000171	0.000043	0.98	0.470	1.28%
Xəta*	8	0.000350	0.000350	0.000044			2.61%
Ümumi	26	0.013440	0.005241	0.002621			100.00%

Burada, DF- hər mənbə üçün informasiyanın miqdarını, yəni hər amil üçün müşahidələrin ümumi sayını ifadə edir (sərbəstlik dərəcəsi), Adj SS- Modelin müxtəlif komponentləri üçün variasiyanı ehtimal qiymətlərini hesablamadan ölçür, Adj MS- Modelin müxtəlif komponentləri üçün variasiyanı onları modeldəki nizamından asılı olmayaraq ölçür (imtinaların riyazi gözləntisi), Seq SS- Modelin müxtəlif komponentləri üçün variasiyanı onların modeldə yerini nəzərə almaqla ölçür (imtinaların orta kvadratik cəmi), F- çıxış parametrinə təsir qiymətini təyin edir (Fişer kriteriyası statistikas), P-sıfır hipotezinə qarşı ehtimalı ölçür (F-in hesablanması istifadə edilir və statistik əhəmiyyəti müyyənləşdirir), T-təsir faizlərini göstərir. Xəta - işə idarə edilə bilməyən amil şərtlərinin təsir faizini ifadə edir. Analizlər standart rejimlərdə, yəni əhəmiyyət səviyyəsi $\alpha = 0.05$ və etibarlıq səviyyəsi 95% rejimində aparılmışdır. Cə.d.3-dən görüldüyü kimi sürtünmə əmsalı üçün P- qiymətləri əsas amillər üçün sıfıra bərabərdir və bu da onların statistik əhəmiyyətini göstərir lakin qarşılıqlı amil şərtlərinin hər birinin α – qiyməti 0.05-dən yüksək olmuşdur. Beləliklə, F-in qiyməti nə qədər yüksəkdikə prosesə təsiri bir o qədər yüksəkdir anlamına gəlir və bu prinsipə əsasən təsir faizləri bu ardıcılıqla qərarlaşmışdır: Təmas təzyiqi: 39.00%, sürüşmə sürəti: 28.48% və tsikillərin sayı: 24.34%. Qarşılıqlı təsir amil şərtlərindən işə ən əhəmiyyətli təzyiq-tsikillər (X₁*X₃) kombinasiyası olmuşdur ki, bu da 1.70% təşkil etmişdir. Dispersiya analizinin (ANOVA) nəticələrinə istinadən əldə edilmiş mühüm amil şərtləri arasında korrelyasiya əlaqəsi yaratmaq üçün xətti reqressiya tənliyinə müraciət edilmişdir və nəticədə sürtünmə əmsalı və yeyilmə intensivliyi üçün müvafiq olaraq aşağıdakı tənlik alınmışdır:

$$Y = 0.43021 + 0.00482 X_1 - 0.01452 X_2 - 0.000001 X_3 + 0.000582 X_1 * X_2$$

Xətti reqressiya tənliyinə əsasən alınmış modelin adekvatlığını göstərən qrafik şə.k.3-də verilmişdir.



Şəkil 3. Sürtünmə əmsalı üçün təcrübi nəticələrlə proqnozlaşdırma qiymətləri arasındakı qalıqın paylanma qrafiki.

Qrafikdə səpələnmə qiymətləri mənfi qiymətlərin 0 xəttindən aşağı, müsbət nəticələrin isə 0 xəttindən yuxarıda şaquli istiqamətdə ordinat oxu boyunca düzülüşü təsvir olunmuşdur. Qəbul olunmuş səpələnmə klasterlərinə görə əldə etdiyimiz nəticələr modelə adekvatlığı sübut edir. Belə ki, adekvat modellərdə adətən qalıq qiymətləri 0 xəttininin yuxarı və aşağı hissəsində müxtəlif istiqamətlərdə səpələnmə ilə xarakterizə olunur. Qrafikdə ən böyük kənarçıxmalar qırmızı nöqtələrlə verilmişdir ki, bu nöqtələr planlaşdırma matrisində 1,3,19,21,25 və 27 sıralara aid nəticələrdir.

Əgər cə.d.2-ə nəzər salsaq, bu sıralardan son 4-ü təmas təzyiqinin 3-cü səviyyədəki qiymətinə (9.6MPa) uyğun gəlir. Ümumiyyətlə, ən böyük qalıq qiyməti məhz bu hissəyə, yəni təzyiqin 1-ci artımına (19-cu sıra) düşür. Bunun əsas səbəbi təzyiqin sürtünmə xassəsində oynadığı rolla bağlıdır. Bu qanunauyğunluq yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi istilik təsirindən mikrotəbəqələşmənin yaranması ilə bağlı olduğu üçün yüksək təzyiq altında yalnız aşağı sürüşmə sürət rejimində özünü doğruldur. Çünki daha çox friksion istilik materilin yeyilməsi və sürtünmə xarakteristikasının aşağı düşməsi ilə nəticələnir. Bu səbəbdən təzyiqin 3-cü səviyyəsində olan sıralarda xəta daha yüksək olmuşdur.

Nəticə

Alınmış nəticələr seçilmiş amillər arasında ən təsiredicisinin təmaz təzyiqi olduğunu göstərmişdir (39,8%). Sürtünmə prosesinə ən az təsir edən parametrlər isə tsikillərin sayı olmuşdur (24,34%). Qarşılıqlı təsir amil şərtlərindən isə ən əhəmiyyətli təzyiq-tsikillər ($X1 * X3$) kombinasiyası olmuşdur ki, bu da 1.70% təşkil etmişdir. Məlum olmuşdur ki, friksion istilik təsirlərindən təmas səthində mikrotəbəqələşmənin yaranması sürtünmə əmsalını artırır. Lakin yüksək təzyiq və sürət

rejimində sürtünmənin əmsalının artması yalnız tsikillərin sayı az olduqda özünü doğruldur. Əks halda nümunələrin triboloji xarakteristikası aşağı olmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. İlker Sugözü, İbrahim Halil Mutlu, Kezban Banu Sugoçu. The effect of ulexite to the tribological properties of brake lining materials. Polymer composites, Society of plastic engineers, 2015, p.1-8
2. R.K. Roy, A Primer on the Taguchi Method, Society of Manufacturing Engineers, 2010.
3. Y. Kumar, H. Singh, Application of Taguchi Method for Optimizing Material Removal Rate in Turning of En-47 Spring Steel, in 5th International and 26th All India Manufacturing Technology, Design and Research Conference, 12-14 December, 2014, AIMTDR 14, Guwahati, India, pp. 1-6
4. A.X.Janahmadov, A.M.Aliyev, Tribotexniki sinaqlar va proqnozlashdirma. Baki: Chashioglu, 2001, 164 sah.

STATISTICAL STUDY OF THE FRICTION PROCESS OF BRAKE PAD MATERIALS USING ANOVA

Fikrat Yusubov

Research fellow, Azerbaijan State Oil and Industry University, e-mail: fikratyusub@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-2095-2469>

ABSTRACT

The presented research paper is dedicated to the study of the friction process of composite materials prepared by powder metallurgy methods. Polymer-based friction materials with a small amount of metal particles were taken as the research object. To prepare the samples, the technological steps included in the scheme of traditional powder metallurgy methods were followed.. It was crushed in a laboratory mill to ensure that both the grinding and the particle size were maximally uniform in size and shape. Pre-forming (10 MPa), hot pressing (160°C, 25.5 MPa), and sintering (160°C for 5 hours) processes were carried out in the subsequent stages. Multifactor experimental methods were used to evaluate the friction process. The orthogonal Taguchi method was used to build the mathematical model and the factors affecting the process were determined using analysis of variance (ANOVA). The standard L27 (3³) model was chosen to construct the Taguchi order planning matrix. The number of experiments in this model is 27, and the number of factors and levels is 3. A mathematical model to find the optimal modes of the friction coefficient is built with a logarithmic loss function based on the standard "higher-the-better" criterion. Friction tests were performed on the MMW-1 tribometer based on the "pin-on-disc" mechanism. Steel material was used as the material of the counter body. In the selection of process parameters, the regimes applied for heavy and medium-loaded friction systems were taken into account. Based on the obtained results, a mathematical model was developed and the

influencing factors were determined. Among the selected factors, it was found that the parameter that has the most influence on the process is the clearance pressure.

Key words: brake pads, composite materials, friction and wear, ANOVA, Taguchi, pin-on-disc.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ANOVA

Фикрат Юсубов

Научный сотрудник, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, e-mail: fikratyusub@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2095-2469>

РЕЗЮМЕ

Представленная научная работа посвящена изучению процесса трения композиционных материалов, полученных методами порошковой металлургии. В качестве объекта исследования были взяты фрикционные материалы на полимерной основе с небольшим количеством металлических частиц. Для подготовки образцов предполагалось выполнение технологических операций, включенных в схему традиционных порошковых металлургических методов. Его измельчали в лабораторной мельнице, чтобы обеспечить максимально однородный размер и форму частиц как помола, так и размера. На последующих этапах проводились процессы предварительного формования (10 МПа), горячего прессования (160°C, 25,5 МПа) и спекания (160°C, 5 часов). Для оценки процесса трения использованы многофакторные экспериментальные методы. Для построения математической модели использовался ортогональный метод Тагучи, а факторы, влияющие на процесс, определялись с помощью дисперсионного анализа (ANOVA). Для построения матрицы планирования заказов Тагучи была выбрана стандартная модель L27 (3³). Количество экспериментов в этой модели - 27, а количество факторов и уровней - 3. Математическая модель для поиска оптимальных режимов коэффициента трения строится с логарифмической функцией потерь на основе стандартного принципа "чем выше, тем лучше". критерий. Испытания на трение проводились на трибометре MMW-1 по схеме «палец-диск». В качестве материала контртела использовался стальной материал. При выборе параметров процесса учитывались режимы, применяемые для тяжелых и средненагруженных систем трения. На основе полученных результатов была построена математическая модель и определены влияющие факторы. Среди выбранных факторов установлено, что параметром, оказывающим наибольшее влияние на процесс, является давление зазора.

Ключевые слова: тормозные колодки, композиционные материалы, трение и износ, ANOVA, Тагучи, палец-диск.

SANQAÇAL TERMİNALINDA EKOLOJİ PROBLEMLƏRİN ARADAN QALDIRILMASINDA İSTİFADƏ OLUNAN KOMPRESSORLAR

Niyaz Zeynalov¹, Tərlan Fərəcov²

¹Müəllim, “Sənaye maşınları” kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, dissertant, Azərbaycan.E-mail:niyaz.zeynalov@asoiu.edu.az, <https://orcid.org/0000-0003-1164-3258>

²Müəllim, Mexanika Mühəndisliyi kafedrası, Xəzər Universiteti, Doktorant, Azərbaycan, E-mail: tarlan.farajov@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0840-2904>

XÜLASƏ

Bugünkü ekoloji vəziyyəti təhlil edərkən, neft qaz istehsalı, emalı zavodlarında ətraf mühitə məşəl sistemi vasitəsi ilə atmosfərə atılan tullantı qazlar ətraf mühiti çirkləndirərək qlobal istiləşməyə səbəb olur. Bu səbəbdən sənaye zavodlarında məşəl sistemində yandırılan tullantı qazların yenidən dövriyyəyə qaytarılaraq istifadə olunması üçün məşəl qazlarını təkrar emalı kompressorlarından istifadə olunur. Neft və qaz sənayesində istifadə olunan tipik məşəl yandırılmaq üçün arzuolunmaz qazları toplayan ox və ya borudan ibarətdir. Onun ucunda yanma səmərəliliyini artırmaq üçün sərbəst hava ilə yaranan qazları birləşdirən hava yardımı mexanizmi var. Məşəl qazları sıxılır və dərhal yanacaq qazı kimi istifadə üçün yanacaq qazı kollektoruna qaytarılır. Məşəl qazının bərpası səs-küy və istilik radiasiyasını, istismar və texniki xidmət xərclərini, havanın çirklənməsini və emissiyasını, yanacaq qazı və buxar sərfini azaldır.

Açar sözlər: qlobal istiləşmə, CO₂ qazı emissiyası, məşəl qazları, fırlanan rotorlu üfürücülər.

Problemin aktuallığı

Ekoloji vəziyyəti təhlil edərkən, vurğulamaq lazımdır ki, neft qaz istehsalı, emalı zavodlarında ətraf mühitə məşəl sistemi vasitəsi ilə atmosfərə atılan tullantı qazlar ətraf mühiti çirkləndirərək qlobal istiləşməyə səbəb olur. Bu səbəbdən sənaye zavodlarında məşəl sistemində yandırılan tullantı qazların yenidən dövriyyəyə qaytarılaraq istifadə olunması üçün məşəl qazlarını təkrar emalı kompressorlarından istifadə olunur. Məşəl qazının bərpası qurğuları atmosferdə yandırılan qazın mühüm axınına malik olduğu neft-kimya zavodlarında enerjiyə qənaət sistemləri kimi istifadə olunur. İqlim dəyişikliyi həm insanlardan qaynaqlanan emissiyanın səbəb olduğu istixana qazlarının, neft qaz sənayesinin hərəkətə gətirdiyi qlobal istiləşməni, həm də bunun nəticəsində hava modellərində özünü göstərən böyükölçülü dəyişiklikləri əhatə edir. Əvvəlki dövrlərdə də iqlim dəyişiklikləri olmasına baxmayaraq, 20-ci əsrin ortalarından bəri insanlar Yer kürəsinin iqlim sistemində misli görünməmiş dərəcədə təsir göstərmiş və qlobal miqyasda dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. İstiləşmənin ən əsas hərəkətverici qüvvəsi 90%-dən çoxu karbon qazı (CO₂) və metandan ibarət olan məşəl qazlarının emissiyasıdır. Bu emissiyaların əsas mənbəyi enerji istehlakı üçün təbii yanacaqların (kömür, neft və qaz) yandırılması olsa da, bunda kənd təsərrüfatının, ağacların kəsilməsinin və sənaye proseslərinin də rolu var. Milli və ya beynəlxalq arenada tanınan heç bir qurum iqlim dəyişikliyinə insan faktoruna qarşı çıxmır. İqlim dəyişikliyinə verilən reaksiyalar – günəşi əks etdirən qar və buz örtüyünün yox olması, artmış su buxarı və quru və okeandakı karbon uducularda baş verən dəyişikliklər – temperatur artımını sürətləndirir və ya yavaşdır. Dünya miqyasında neft emalı zavodlarının son məhsulunun məsrəfləri, xüsusən azalmış tələbin boşalma gücü ilə optimal enerji şəbəkəsinin pozulması ilə nəticələndiyi cari bazarda yanacaq məsrəflərindən proporsional olaraq daha çox asılı olur. Buna

görə də, ən sərfəli zavoda nail olmaq üçün məşəl relyef sisteminə atılan karbohidrogen qazlarının bərpası həyati əhəmiyyət kəsb edir. Məşəl qazının bərpası ilə qızdırıcılar və buxar istehsalı üçün yanacaq təmin edilməsi yanacağın emalına daha çox imkan verir və beləliklə, məhsuldarlıq artır. Üstünlüklər həmçinin alovlanma çirklənməsinin azaldılması və məşəl ucluq ömrünün uzadılmasından da əldə edilir. Məşəl qazı neft və qazın çıxarılması, neft-kimya prosesi, səmt qazının hasilatı və tullantı sularının təmizlənməsi daxil olmaqla, çoxsaylı sənaye proseslərinin əlavə məhsuludur. Böyük miqdarda istilik və elektrik enerjisi istehsalında məşəl qazından istifadənin iqtisadi cəhətdən məqsədəuyğun olmasına baxmayaraq, bəzi hallarda məşəl qazı belə enerjinin təkrar emalına cəhd etmək üçün sərfəli qərar olmaya bilər. Arzuolunmaz qazı aradan qaldırmağın məşhur, lakin mübahisəli yolu məşəldə yandırmaqdır. Qazın məşəldə yandırılması bu gün dünyanın üzləşdiyi əsas ekoloji problemdir. Çünki o, qlobal istiləşmənin ümumi yükünə töhfə verən əhəmiyyətli miqdarda istixana qazları yaradır. Bu yazıda biz qazın məşəldə yandırılmasının necə edildiyini və bu təcrübəni minimuma endirmək və ya aradan qaldırmaq üçün tətbiq oluna bilən məşəl qazının bərpası sistemləri kimi alternativləri nəzərdən keçirəcəyik. Qazın məşəldə yandırılması neft və qazın çıxarılması, neft-kimya prosesi və səmt qazının çıxarılması daxil olmaqla müxtəlif proseslər zamanı yaranan səmt qazının yanmasına aiddir. Neft və qaz sənayesində istifadə olunan tipik məşəl yandırılmaq üçün arzuolunmaz qazları toplayan ox və ya borudan ibarətdir. Onun ucunda yanma səmərəliliyini artırmaq üçün sərbəst hava ilə yaranan qazları birləşdirən hava yardımı mexanizmi var. Bəzi qazlar aşağı istilik dəyərinə görə oksidləşmə tələb edir və termal oksidləşdirici istifadə edərək yandırılır. Ekoloji və iqtisadi mülahizələr qaz bərpa sistemlərinin istifadəsini qətiyyətlə tövsiyə edərkən, neft və qaz emalı zavodunda aparılan hərtərəfli prosesin qiymətləndirilməsi ilə bağlı sıfır alova yaxınlaşmaq üçün praktiki üsullar hazırlanır. Dizayn mülahizələri, prosesin iqtisadiyyatı və sistemin işləməsi bu məqalədə müzakirə olunacaqdır. Məşəl qazları sıxılır və dərhal yanacaq qazı kimi istifadə üçün yanacaq qazı kollektoruna qaytarılır. Məşəl qazının bərpası səs-küy və istilik radiasiyasını, istismar və texniki xidmət xərclərini, havanın çirklənməsini və emissiyasını, yanacaq qazı və buxar sərfini azaldır. Mövcud təhlükəsizlik relyef sisteminə heç bir təsir göstərmədən prosesin dayanıqlığı və alov ucu artımı da məşəl qazının bərpası sisteminin təsirləridir.

İşin məqsədi

Neft qaz əməliyyatlarında və istehsalında karbon qazını kəskin şəkildə azaltmağı və yeni aşağı karbonlu biznes, məhsul və xidmətləri inkişaf etdirməyi hədəfləmək, fundamental və sürətli irəliləyişin tərəfdarı olmaq və şəffaflıq sahəsində lider olmağa çalışmaq, məqsədli enerji şirkəti olmaq hansı ki, cəmiyyət tərəfindən etibar edilən, 2050-ci ilə qədər və ya daha tez xalis karbonsuz mühitaryatmaq, təxminən 415 milyon ton emissiya ilə mübarizə aparmaq deməkdir.

Tədqiqat işinin aparılması

Neft və qaz emalı zavodlarında, eləcə də neft-kimya komplekslərində təhlükəsiz və təzyiqin azaldılması sistemlərindən biri son komponent olan məşəl bacası olan relyef başlığıdır. Bu şəbəkədə bütün artıq qazlar toplanır və yandırılmaq üçün məşəl bacasına göndərilir. Bu qaz qarışıqlarının böyük bir miqdarı yüksək istilik dəyərinə malikdir və bəzi hallarda hətta müxtəlif qurğular üçün xammal kimi istifadə edilə bilər. Aydın ki, bu qaz qarışığının məşəl bacasında yandırılması hava və səs-küy çirklənməsi kimi ekoloji problemlərə səbəb olur və həm də maliyyə itkisidir. Bu yazıda neft emalı zavodları üçün məşəl qazının bərpası faydalarını hesablamaq və



müzakirə etmək üçün addım-addım yanaşma və hesablamalar verilmişdir. Metod məşəl xəttinin tərkibi və digər şərtlərlə bağlı məlumatların toplanması, məlumatların simulyasiyası və mövcud tənliklərlə iş üçün maliyyə faydalarının hesablanmasını ehtiva edir. Buna görə də Sangachal neft emalı zavodunun məşəldə yandırma sistemi və məşəl sistemi üçün mövcud sistem nümunə kimi istifadə edilmişdir. Sangachal neft emalı zavodunda məşəl qazı qarışığı geniş spektrli qazlardan ibarətdir. Məşəl qazının bərpası və iqtisadi analiz üsulları öyrənildikdən sonra bir pilləli kompressorlu uyğun üsul seçilir. Aparılan tədqiqatlar onu göstərirdi ki məşəl qazları yandırılan zaman ayrılan tullantı qazları və radiasiya ətraf mühitin çirklənməsində birbaşa təsiredici faktorlar olub qlobal istiləşmənin, ekoloji tarazlığın pozulmasına gətirib çıxarır. Bütün bunların qarşısını almaq üçün müasir dövrdə sənaye və enerji şirkətləri ətraf mühitə atılan tullantı qazlarının miqdarını azaltmaq öhdəliyini götürmüş və bu yolda qarşılıqlı məqsəd və hədəflər qoyulmuşdur. Bunlara misal olaraq aşağıdakıları sadalamaq olar:

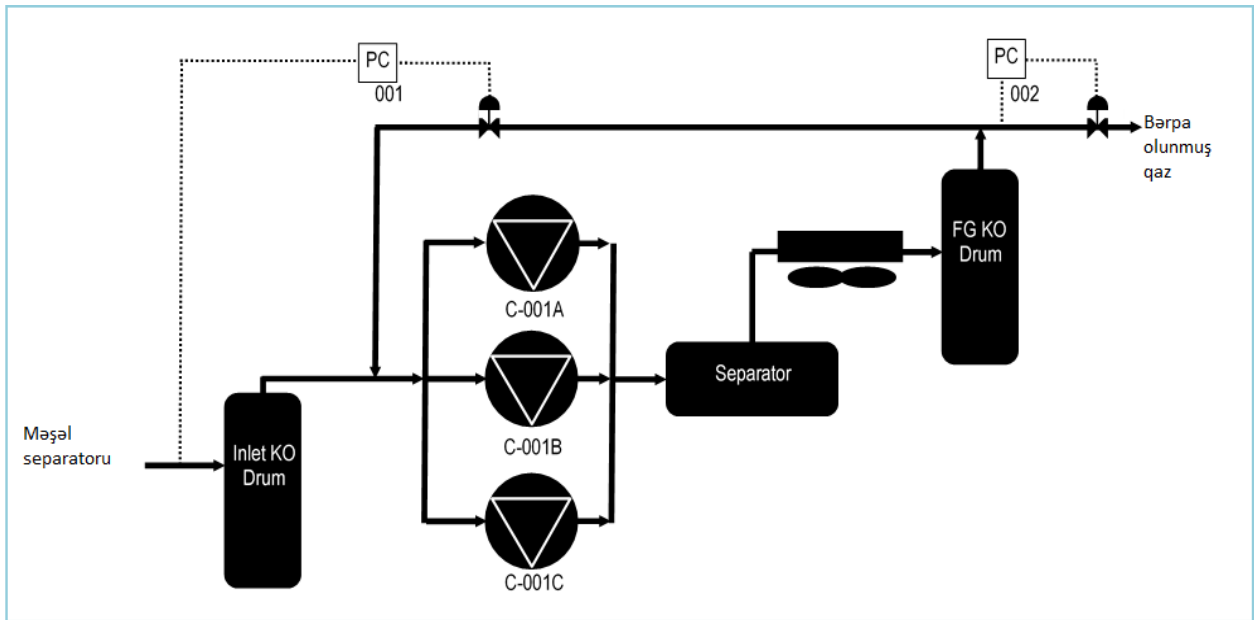
- Neft qaz əməliyyatlarında və istehsalında karbon qazını kəskin şəkildə azaltmağı və yeni aşağı karbonlu biznes, məhsul və xidmətləri inkişaf etdirməyi hədəfləmək.
- Fundamental və sürətli irəliləyişin tərəfdarı olmaq və şəffaflıq sahəsində lider olmağa çalışmaq.
- Məqsədli enerji şirkəti olmaq hansı ki, cəmiyyət tərəfindən etibar edilən
- 2050-ci ilə qədər və ya daha tez xalis karbonsuz mühityaratmaq, təxminən 415 milyon ton emissiya ilə mübarizə aparmaq deməkdir.

Bütün bunları nəzərə alaraq qeyd etmək olar ki, karbon emissiyasının əhəmiyyətli dərəcədə azaldaraq yuxarıda sadalanan hədəflərə nail olmaq üçün, ən çox karbon emissiyası istehsal edən və ətraf mühiti çirkləndirən məşəl qazlarının yandırılmasından əmələ gələn karbon emissiyasını sıfıra endirə bilsək hədəfimizin 50 % dən çoxuna nail olmuş sayılırıq. Neft və qaz sənayesində məşəldə yandırılan qazlar atmosferi çirkləndirən və bu səbəblə qlobal istiləşməyə səbəb olan amillərdən biridə neftdən ayrılan səmt qazlarıdır ki, buda öz növbəsində emal olunması səmərəli hesab olunmadığından məşəldə yandırılır. Burada səmt qazları dedikdə xam neftin saxlandığı çənlərdən ayrılan qazlar, qapalı drenaj sistemin qazları, təzyiqli tənzimləyici klapanların məşəl kollektoruna buraxdığı bütün qazlar nəzərdə tutulur. Bu qazlar fasilələrlə ayrıldığı üçün standart qaz emalı kompressorlarında bu qazları emal etmək proses cəhətdən əlverişli olmur, bəzi hallarda isə mümkün olmur. Bu səbəbdən neft qaz sənayesində məşəl qazlarını emal üçün aşağı təzyiqdən sıxaraq proses təzyiqinə uyğunlaşdırılan məşəl qazları bərpa kompressorlarından istifadə olunur. Bu kompressorlar öz növbəsində girişində aşağı təzyiqlə 0.1-0.3 atmosfer təzyiqlə işləmə qabiliyyətinə malik olub, 4-6 atmosferə sıxılmış qaz emal kompressorlarının 1 ci pilləsinə ötürərək prosesə yararlı qaz halına gətirərək ətraf mühitə məşəl vasitəsi ilə yandırılaraq karbon emissiyasının atılmasının qarşısını alır.

Məşəl qazlarının bərpasında əsasən vintli və ya mərkəzdənqaçma kompressorlarından istifadə olunur. Burada məqsəd məşəldə yandırılan tullantı qazlarını toplayaraq təkrar emal prosesinə yönəldərək Sangaçal terminalında ətraf mühitin mühafizəsini təmin etməkdir. Burada istifadə olunan kompressorun dizayn təzyiqi 5 atmosferə hesablanmış və normal işçi təzyiqi 0.25-4 atmosfer aralığında müəyyən edilmişdir. Təkrar emal kompressoru alçaq təzyiqli məşəl kollektorunda atılan tullantı qazları toplayaraq səmt qazlarını sıxan kompressorun 1 ci pilləsinin çıxışına ötürərək yenidən prosesə qaytarılmasını təmin edir. Burada isə öz növbəsində sıxılaraq temperaturu artmış qaz yenidən hava soyuducularında soyudularaq tərkibindəki qaz kondensatı ayrılaraq qazı tam quru hala gətirərək təchizat qaz xəttinə qoşularaq qaz yığım anbarlarına göndərilir. Şəkil 1- də məşəl qazlarının təkrar emal texnologiyasının sxemi göstərilmişdir.

Sxemdən görüldüyü kimi məşələ yönəldilən qazlar yığım kompressorunun giriş separatoruna ötürülərək tərkibindəki kondensatdan qismən azad olduqdan sonra 0.25-0.3 atmosfer təzyiqlə kompressorun girişinə daxil olur və burada 4 atmosfer təzyiqlə qədər sıxıldıqdan sonra səmt qazlarının sıxılması kompressoruna ötürülərək orada yenidən emal olunaraq tərkibindəki kondensat və su buxarlarından təmizlənərək qaz yığımməntəqələrinə ötürülür. Qazın yandırılması neft-qaz sənayesində havanın çirklənməsinin əhəmiyyətli səbəbi və enerji itkisi mənbəyidir. Fırlanan rotorlu kompressor üfürücülər, müxtəlif mənbələrdən məşəl qazını bərpa etmək üçün istifadə edilə bilən səmərəli və uyğun texnologiyadır. Bu yazıda Fırlanan rotorlu kompressorlara əsaslanan yeni məşəl qazının bərpası prosesi təklif olunur, burada məşəl qazları eyni vaxtda azot qazından istifadə edərək sıxılır və emal edilir.

Bu proses burada Aspen HYSYS və MATLAB proqramında bəzi xüsusi modellər vasitəsilə simulyasiya edilir və təklif olunan məşəl qazının bərpası sisteminin işinə əməliyyat və dizayn parametrlərinin təsiri araşdırılır.



Şəkil 1. Məşəl qazlarının təkrar emalı sxemi.

Nəticələr göstərir ki, H₂S udma səmərəliliyi amin temperaturunu azaltmaqla və ya təkrar emal olunan amin axını sürətini artırmaqla yaxşılaşdırıla bilər. Lakin bu şəraitdə prosesin enerji sərfiyyatı artır. Çıxış qazının H₂S konsentrasiyasını minimuma endirmək üçün doymamış amin həlledici konsentrasiyası üçün optimal dəyər olduğu da nümayiş etdirilir. Prosesin təhlili göstərir ki, təklif olunan məşəl qazının bərpası sistemini 0,5 MMSCFD məşəl qazı yaradan neft emalı zavodu ilə inteqrasiya etməklə məşəl qazında mövcud istilik dəyərinin 87%-ni bərpa etmək mümkündür. Həmçinin, gündə 28 mtCO₂ ekvivalentinin atmosfərə buraxılmasının qarşısını almaqla zavodun ekoloji aspektləri əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırılır. Sistemin işləmə parametrlərinin üst-üstə düşən təsirlərinə görə, prosesi optimallaşdırmaq üçün çoxməqsədli

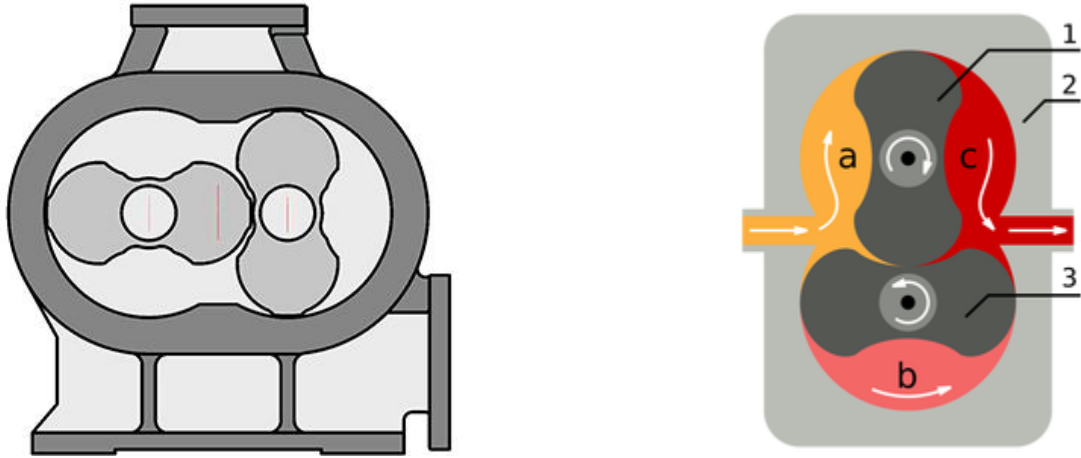


optimallaşdırma aparılır və Pareto həllər dəsti prosesin enerji istehlakı, çıxış qazının H₂S konsentrasiyası və doymamış amin həlledicisi arasında mümkün olan ən yaxşı uyğunlaşmalardan ibarətdir.



Şəkil 2. Məşəl qazlarının təkrar emal üfürücü kompressorları.

Müsbət yerdəyişmə üfürücü kompressor iki paralel fırlanan pistonlardan istifadə edərək yuxarı giriş portundan qazı mərhələyə ötürür. Bunlar daşıma kamerası da adlandırılan korpusun içərisinə quraşdırılmışdır. Pistonlar əks istiqamətlərdə fırlanır və qazın yuxarıdan aşağıya daşınmasını asanlaşdırır. Bəzən Müsbət yerdəyişmə və ya MY üfürücü adlanan fırlanan müsbət üfürücü, girişdə idarə olunan qazın nisbətən sabit həcmi çıxış xətti vasitəsilə nəql bir maşındır. Qazı daxili sıxışdırmır, ona görə də kompressor hesab edilmir. Üfürücü kompressor qazı sorur və loblar qazı itələmədən əvvəl qazı fırladır. Onlar yüksək həcmdə, lakin aşağı təzyiqdə qaz yaradırlar. Fırlanan rotorlu üfürücülər minimal texniki xidmət tələb edir. Üfləyiciləri əsasən iki kateqoriyaya bölmək olar: çarx əsaslı və müsbət yerdəyişmə. Pərli əsaslı üfürücülərin fırlanan mərkəzi oxdan xaricə şüalanan qanadları var. Müsbət yerdəyişmə üfürücüləri axını yaratmaq üçün müvafiq olaraq giriş və çıxışda kameraların doldurulması və boşaldılması mexanizmindən istifadə edir. İkisi arasındakı əsas fərq, çarx əsaslı üfürücü təzyiqlə dəyişən çıxış axınına sahib olmasıdır, müsbət yerdəyişmə üfləyiciləri isə təzyiqin dəyişməsindən asılı olmayaraq daha sabit çıxış axınına malikdir. Rotorlu üfürücü kompressorlar fırlanan pərli üfürən kimi oxşar prinsip üzərində işləyir. İki çarx (sağdakı şəkildə səkkiz rəqəm kimi formalaşmışdır, baxmayaraq ki, üç pərli dizaynları da ümumdür) əks istiqamətlərdə fırlanır, bu da üfürücünün giriş tərəfində qazı tutmasına səbəb olur və sonra pərlər fırlandıqca, işlənmiş qazı buraxır. Qaz, kameranın ətrafındakı boşluqlarda girişdən çıxışa doğru hərəkət edir və qazın həcmi üfürücünün giriş və çıxışı arasında dəyişmir. Həcm axını kameraların ölçüsündən və fırlanma sürətindən asılıdır. Dizaynlarına görə, iki pərli fırlanan üfürücü havanı impulslarla çıxarır. Bu, pərlərin sayını artırmaqla yüngülləşdirilə bilər.



Şəkil 3. İki loblu rotorlu fırlanan pərliüfürücü.

1. Fırlanan pərlər , 2. Nasos gövdəsi, a. giriş b. sıxılma c. Çıxış 3. Fırlanan pərlər

Üfüqi vallara quraşdırılmış iki rotor bir cüt vaxt dişlisi vasitəsilə əks istiqamətlərdə fırlanacaq. Rotorların profili və bitişi elə olacaq ki, ikisi arasında və rotorlar və tökmələr arasında dəqiq boşluq saxlanılsın. Hər bir rotor integral tökmə mil ilə vahid konstruksiyaya malikdir. Bütün rotorlar son emaldan sonra statik, sonra dinamik balanslaşdırılır. Ağır iş vaxtı ötürmə dişliləri tək, spiral dişlərə malikdir, rotorların nisbi mövqeyini qorumaq və sakit işləməyi və minimum boşluqları təmin etmək üçün dəqiqliklə hazırlanmışdır. Ötürücülər asan dəyişdirmə və vaxtı tənzimləmək üçün sıxılır. Yüksək sürətli işləmə üçün məcburi (təzyiqli) yağlama sistemi təmin edilə bilər. Rotorların oxboyu genişlənməsini təmin etmək üçün hər bir rotor silindrik diyircəkli yastıqla və ötürücü (sabit) ucunda iki cərgəli dərin çuxurludiyircəkli yastıqla quraşdırılmışdır. Üfürücü yastıqları adekvat eksentrik sıxılma ilə sürtünmə əleyhinə tiptədir. Maksimum sərt dəstək vermək və əyilmə meylini aradan qaldırmaq üçün yastıqlar çarxa mümkün qədər yaxın olur. Yastığın ömrü (B10) 50.000 saatdan çox qiymətləndirilir. Bütün bunları nəzərə alaraq demək olarki , neft qaz sənayesində məşəl qazların təkrar emal etmək üçün rotorlu fırlanan və rotorlu pərli kompressorlardan geniş istifadə olunur.

Nəticə. Bütün sadalanları nəzərə alaraq belə nəticəyə gəlmək olar ki, neft qaz sənayesində məşəldə yandırılan qazları təkrar emal edərək qaz tullantılarını atmosfərə buraxmaqdan imtina etmiş oluruq və buda öz növbəsində ətraf mühitinin çirklənməsi, qlobal isitləşmə , CO2 qazı emissiyası nəzərə çarpacaq dərəcədə azalacaq . Burada həmçinin mənfəət cəhətdən də zavod xeyir qazanır. Beləki təkrar emal olunmuş qaz sobalarda , istilikdəyişdiricilərdə və qaz turbinlərində emal olunur. Bu praktikanı digər zavod və sənaye müəssisələrində tətbiq edərək ətraf mühitin qorunması və qlobal istiləşmənin qarşısının alınmasında mühüm addımlar atmış oluruq.

ƏDƏBİYYAT

1. Aslanov C.N. va bashqalari, Mashın qurgu va avadanlıqlarin layihalandirilmesi. Baki 2020.
2. "The right to a clean and healthy environment: 6 things you need to know". UN News. 15 October 2021. Retrieved 15 October 2021.



3. "Bachelet Calls For Urgent Action To Realize Human Right To Healthy Environment Following Recognition By UNGA". www.scoop.co.nz. July 29, 2022. Retrieved 2022-08-11.
4. "Bachelet calls for urgent action to realize human right to healthy environment following recognition by UN General Assembly". OHCHR. Retrieved 2022-08-11 – via Press Release.
5. Harding, R., Ecologically sustainable development: origins, implementation and challenges. *Desalination*, 2006. 187(1-3): p. 229-239
6. "Environmental-protection dictionary definition | environmental-protection defined". yourdictionary.com. Retrieved 21 November 2018.
7. "What is Environmental Protection? definition of Environmental Protection (Black's Law Dictionary)". *The Law Dictionary*. 19 October 2012. Retrieved 21 November 2018.
8. Karamanos, P., Voluntary Environmental Agreements: Evolution and Definition of a New Environmental Policy Approach. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2001. 44(1): p. 67-67-84.
9. The California Institute of Public Affairs (CIPA) (August 2001). "An ecosystem approach to natural resource conservation in California". CIPA Publication No. 106. InterEnvironment Institute. Archived from the original on 2 April 2012. Retrieved 10 July 2012.
10. Mitchell, R.B., International Environmental Agreements: A Survey of Their Features, Formation, and Effects. *Annual Review of Environment and Resources*, 2003. 28(1543-5938, 1543-5938): p. 429-429-461.
11. Iriss Borowy, "Before UNEP: who was in charge of the global environment? The struggle for institutional responsibility 1968–72." *Journal of Global History* 14.1 (2019): 87-106.

COMPRESSORS USED TO ELIMINATE ENVIRONMENTAL PROBLEMS AT SANGACHAL TERMINAL

Niyaz Zeynalov¹, Tarlan Farajov²

¹Teacher, "Industrial machines" department, Azerbaijan State Oil and Industry University, dissertant, Azerbaijan. E-mail: niyaz.zeynalov@asoiu.edu.az, <https://orcid.org/0000-0003-1164-3258>

²Teacher, Mechanical Engineering Department, Khazar University, PhD Azerbaijan, E-mail: tarlan.farajov@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0840-2904>

ABSTRACT

Analyzing the current environmental situation, we can say that waste gases released into the atmosphere through the flare system at oil and gas production and processing enterprises pollute the environment and cause global warming. For this reason, flare gas recirculation compressors are used to recycle waste gases flared in industrial plants. A typical flare used in the oil and gas industry consists of a shaft or pipe that collects unwanted gases for combustion. At its tip is an auxiliary air mechanism that combines the resulting gases with free air to improve combustion efficiency. The flare gases are compressed and returned to the fuel gas header for immediate use

as fuel gas. Flare gas recovery reduces noise and thermal radiation, operation and maintenance costs, air pollution and emissions, and fuel gas and steam consumption.

Keywords: global warming, CO₂ emissions, flare gases, rotary blowers.

КОМПРЕССОРЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ НА САНГАЧАЛЬСКОМ ТЕРМИНАЛЕ

Нияз Зейналов¹, Тарлан Фараджов²

¹Ассистент, кафедра, “Промышленные машины”, Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности. Email: niyaz.zeynalov@asoiu.edu.az, <https://orcid.org/0000-0003-1164-3258>

²Учитель кафедры Механики Университета Хазар, доктор философии, Азербайджан, почта: tarlan.farajov@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0840-2904>

РЕЗЮМЕ

Анализируя текущую экологическую ситуацию, можно сказать, что отходящие газы, выбрасываемые в атмосферу через факельную систему на предприятиях по добыче и переработке нефти и газа, загрязняют окружающую среду и вызывают глобальное потепление. По этой причине компрессоры рециркуляции факельного газа используются для рециркуляции отходящих газов, сжигаемых в факельной системе на промышленных предприятиях. Типичный факел, используемый в нефтегазовой промышленности, состоит из шахты или трубы, которая собирает нежелательные газы для сжигания. На его кончике находится вспомогательный воздушный механизм, который объединяет образующиеся газы со свободным воздухом для повышения эффективности сгорания. Факельные газы сжимаются и возвращаются в коллектор топливного газа для немедленного использования в качестве топливного газа. Утилизация факельного газа снижает шум и тепловое излучение, затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание, загрязнение воздуха и выбросы, а также потребление топливного газа и пара.

Ключевые слова: глобальное потепление, выбросы CO₂, факельные газы, роторные воздуходувки.

INFLUENCE OF PROCESSING MODES ON ACCURACY AND SHRINKAGE OF THREADED PLASTIC PARTS OF OILFIELD EQUIPMENT

Naila Gasanova¹, Rafiga Shahmarova², Rabiyya Najafgulyeva³

¹Assistant professor, department of “Materials science and processing technologies”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Doctor of technical sciences, Azerbaijan Republic. E-mail: haciyevanaila64@gmail.com

²Teacher, department of “Materials science and processing technologies”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Ph.D. Azerbaijan. E-mail: shahmarova_1970@mail.ru

³Teacher, “Industrial Machines”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan. E-mail: rabiya.nadjafkulyeva@gmail.com

ABSTRACT

The study of the operating conditions of oil equipment made it possible to identify a set of indicators that most fully characterize the quality of plastic parts. It is known that the quality of parts of products made of various materials is a combination of mechanical, physical and operational indicators of any equipment. It is partially formed during their manufacturing process, depending on their materials and manufacturing method. And plastic parts are very different from metals depending on the area of application. This is due to the technologies for manufacturing structural products and individual parts from them. When manufacturing technologically complex parts from polymer materials, it is possible to achieve the required quality by controlling production modes depending on the grade of materials and the design of the parts being manufactured. Production of a thread of plastic details is rather difficult, than on metals. It is connected with the physical-mechanical processes coming in the course of production of concrete thread details from plastic by method of pressing and casting under pressure. Also mechanics of formation of plastic threads on details of the oil-field equipment on the specific properties differ from the threads received by a machining method on metals. As thread surfaces on plastic details are formed in compression molds depending on materials and the modes: temperatures, pressure and time of production. These regime parameters and guided parameters play a part at a guaranty of physical- mechanical properties of details in the course of production. In this regard, it in this article influences of technological parameters of production on quality of thread details oil-field equipment are considered. At the same time, in a wide range of operating parameters, the achievable boundaries of quality indicators for parts operating in the designs of exploration, drilling and operation equipment in the oil and gas industry are investigated. Mathematical relationships are established between the quality indicators (shrinkage and strength) of parts on the pressing temperature.

Keywords: thread plastic details, accuracy, shrinkage, pressing pressure.

Introduction

To achieve an achievable limit of thread quality on oilfield equipment parts, i.e. The accuracy and precision of manufacturing plastic threads must be determined by the degree of each technological parameter (P , t , τ) for rotational shrinkage, thread dimensions and strength of thread elements. [1]. It is known that the process of shrinkage in plastic threads is most strongly influenced by the specific pressing pressure (P) among the technological parameters. In this regard, the influence of

specific pressing pressure on the shrinkage of thread elements on parts with dimensions from M10 to M30 mm with a pitch $S=1.5$ mm, M36÷M180 mm with a pitch $S=3$ mm, M36÷M180 mm with a pitch $S=4$ mm, M72÷M220 mm with a pitch of $S=6$ mm (where the thread elements provided for in GOST 16093-70 are covered). These parts were made from phenolic grade 03-010-02. The pressing pressure varied from 25 to 50 MPa in increments of 5 MPa, and other technological parameters (pressing temperature and holding time) were kept constant ($T = 160 \pm 5^\circ\text{C}$ and $T = 0.8$ min/mm).

Purpose of the study

In order to exclude the influence of other technological parameters on the process under study, the wall thicknesses of samples (such as bushings with external threads) and production parts were assumed to be constant between 8÷18 mm. According to the thread pitch for each size at each value of the specific pressing pressure, 10 samples were made.

The results of their measurements (arithmetic mean), depending on the pressing pressure, for individual sizes are given in Fig. 1.

As follows from the indicated curves, for the studied sizes, shrinkage of thread elements with increasing specific pressing pressure first decreases (as for smooth parts), and then, after reaching a minimum, increases to a certain pressure value [2].

Figure 1 shows the curves of the relationship between the shrinkage of the outer diameter of the above threads and the specific pressing pressure. It shows that the minimum shrinkage value of all studied sizes is obtained at the pressing mode $P=40\div45$ MPa. This completely coincides with the results obtained on smooth plastic parts [3]. In our opinion, this is due to the fact that at the indicated pressures favorable conditions are created for the normal occurrence of shrinkage of thread elements and deformation of parts, since at the beginning of the shrinkage and molding of thread elements, complete curing ends and there is no elastic deformation after complete cooling.

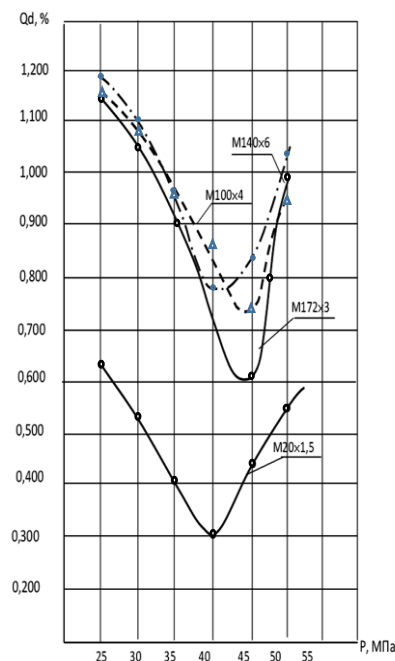


Figure 1. Dependence of shrinkage of outer diameters of threads from pressing pressure

Figure 1 shows the dependence curves of shrinkage of average thread diameters on pressing pressure. Here, as for the outer diameters of cylindrical parts, the best processing mode is $P=35\div45$ MPa, where the shrinkage of the average diameters has a minimum value.

The results of experimental studies of pitch shrinkage of threads of some sizes depending on the specific pressing pressure are given in Fig. 1. It shows that the shrinkage of the thread pitch for all sizes is greater than the shrinkage of the outer and middle diameters.

This is explained by the fact that in the direction of movement of the Punch after removing the pressing pressure, the pressed material (thread profiles) is subjected to elastic deformations in the mold in the direction of removal, which as a result leads to an increase in shrinkage of the thread pitch.

Methodical base of the study

Analysis of the obtained equations makes it possible, when studying the influence of a set of technological parameters on the process of shrinkage of thread elements, to choose a nonlinear mathematical model and use a full factorial experimental design. Such an experiment makes it possible to practically establish, to a certain extent, the limits of the accuracy of manufacturing threaded parts made of plastics.

For this purpose, from all the considered processing modes, those ($P=40\div45$ MPa) were selected where the minimum shrinkage of all thread elements [4,5]. In this mode, a dispersion of the dimensions of the actual average thread diameter was found (fd_2), pitch error arising due to shrinkage and fluctuation of the latter along the make-up length (f_s), error of half angle of thread

profile $\left(\frac{f_\alpha}{2} \right)$. Summing up these values, we find the total error of the average thread diameter,

which, as is known, serves as a criterion for assessing the accuracy of the thread

$$\sum d_2 = f_{\alpha_2} + f_s + \frac{f_\alpha}{2}$$

Analyzing the data obtained, we see that the value of the total error of the average diameter and the dispersion of the outer diameter sizes for threads $M10\times1,5\div M24\times1,5$ correspond to tolerance fields 4h according to GOST 16093-70 and 6h, according to GOST 11709-11, and for threads $M30\times1,5 - 6h4h$ and 6h. The correspondence of the obtained data for the considered threads is illustrated in detail in Fig. 1.

For threads $M36\times3\div M180\times3$, these values completely fit between the tolerance fields 6h4h, 7h4h, 8h4h, 8h6h according to GOST 16093-70 and 6h, 7h6h, 8h6h according to GOST 11709-71 (Fig. 1). Figure 1 shows the correspondence of the above values for threads $M36\times4\div M180\times4$ to tolerance fields 6h4h, 8h4h according to GOST 16093-70 and 6h, 8h6h according to GOST 11709-71. For threads $M72\times6\div M220\times6$, the values of the total error of the average diameter and the dispersion of the outer diameter dimensions correspond to the tolerance fields 7h4h, 8h4h of GOST 16093-70 and 7h4h, 8h4h of GOST 11709-11.

Consideration of these data shows that the accuracy of the outer diameter of the thread of plastic parts is higher than the accuracy of the average diameter.

Discussion of the obtained results

The experimental results obtained to a certain extent make it possible to expand the scope of thread application on parts made of thermosetting plastics, and also confirm the assumption that they are more accurately manufactured compared to other plastic materials. This indicates that for threads made of thermosetting plastics there is no need for drawing up new tolerance series that differ from the tolerance series for metal threads.

REFERENCES

1. Kerimov, D.A.: Scientific bases and practical methods of optimization of parameters of quality of plastic details of the oil-field equipment. Dissert. of Doct.techn.sciences., Baku, 1985, 156 p.
2. Kerimov, D. A., Kurbanova, S. K.: Bases of designing of plastic details and press-moulds. Baku: Publishing house "Elm", 1997, 504 p.
3. Karsanov I.N., Mustafaev A.D. The influence of holding time during pressing on the shrinkage and accuracy of parts made from certain pressing materials. "Plastic masses", No. 12, 1987
4. Badalova T.A. Study of the thread accuracy of parts made of thermosets depending on technological factors. Dissertation of Candidate of Technical Sciences. Baku, 1975
5. Gasanova, N.A., Quliyev A.A., Aynur V. Sharifova A.V., Khankishiyeva T.U., Shahmarova R.S.: Research of the manufacturing quality of plastic details with complex forms of connection. 15th International Conference on Applications of Fuzzy Systems, Soft Computing and artificial intelligence tools — ICAFS-2022, Budva-Montenegro, Lecture Notes in Networks and Systems, vol 610. Springer, Cham., pp.297-304, https://doi.org/10.1007/978-3-031-25252-5_41.

NEFT-MƏDƏN AVADANLIQLARINDA PLASTİK KÜTLƏDƏN OLAN DETALLARIN HAZIRLANMA REJİMLƏRİNİN DƏQİQLİYƏ VƏ YİĞİŞMAYA TƏSİRİNİN TƏDQIQI

Nailə Həsənova¹, Rəfiqə Şahmarova², Rəbiyyə Nəcəfquliyeva³

¹Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin "Materialşünaslıq və emal texnologiyaları" kafedrasının dosenti, texnika elmləri doktoru, Azərbaycan Respublikası. E-mail: haciyevanaila64@gmail.com

²Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin "Materialşünaslıq və emal texnologiyaları" kafedrasının müəllimi, t.ü.f.d. Azərbaycan. E-mail: shahmarova_1970@mail.ru

³Müəllim, "Sənaye Maşınları", Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan. E-mail: rabiya.nadjafkuliyeva@gmail.com

XÜLASƏ



Neft-mədən avadanlıqlarında işləyən plastik detalların keyfiyyəti bir sıra istismar xasssələri (dağılma gərginliyi, bərklik, kələ-kötürlülük, yeyilməyə davamlılıq və s.) ilə xarakterizə olunur. Belə ki, plastik detallar hazırlanarkən texnoloji rejimləri tənzimləməklə, əmələ gələn qüsurları vaxtında aradan qaldırmaq olur. Bununla əlaqədar olaraq, plastik detalların hazırlanmasında texnoloji rejimlərin dıyışikliklərinə nəzarət vacib məsələ olaraq qalır. Məqalədə alınan nəticələr və metodik yanaşma neft-mədən avadanlıqlarının oxşar detallar və konstruksiyalarında tətbiq edilə bilər. Məqalədə neft-mədən, qaz sənayəsində işləyən yivli plastik detalların konstruksiyaları və ölçülərindən asılı olaraq yığışma deformatsiyasına texnoloji rejimlərin təsiri öyrənilmişdir. Bununla əlaqədar olaraq plastik kütlədən olan detalların hazırlanma zamanı onların istismar şəraitini nəzərə alaraq detalların keyfiyyətlərini qiymətləndirən riyazi asılılıqlar verilmişdir. Texnoloji rejimlərin keyfiyyət göstəricilərinə (yığışma, möhkəmlik) təsirini tədqiq edilmişdir. **Açar sözlər:** yivli plastik detallar, dəqiqlik, yığışma, presləmə təzyiqi.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ПЕРЕРАБОТКИ НА ТОЧНОСТЬ И УСАДКУ РЕЗЬБОВЫХ ПЛАСТМАССОВЫХ ДЕТАЛЕЙ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Наиля Гасанова¹, Рафига Шахмарова², Рабия Наджафгулиева³

¹Доцент кафедры «Материаловедение и технологии обработки» Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности, д.ф.т.н. Азербайджанская Республика.

E-mail: hacievanaila64@gmail.com

²Преподаватель кафедры «Материаловедение и технологии обработки» Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности, д.ф.т.н. Азербайджан. E-mail: shahmarova_1970@mail.ru

³Преподаватель кафедры «Промышленные машины», Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности, Азербайджан. E-mail: rabiya.nadjafkuliyeva@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Изучение условий эксплуатации нефтяного оборудования позволило выявить комплекс показателей, наиболее полно характеризующих качество пластмассовых деталей. Известно, что качество деталей изделий из различных материалов есть совокупность механических, физических и эксплуатационных показателей любого оборудования. Оно частично формируется в процессе их изготовления в зависимости от их материалов и способа изготовления. А пластмассовые детали в зависимости от области применения сильно отличаются от металлов. Это связано с технологиями изготовления из них конструкционных изделий и отдельных деталей. При изготовлении технологически сложных деталей из полимерных материалов можно достичь необходимого качества с управлением режимов изготовления в зависимости от марки материалов и конструкции изготавливаемых деталей. Изготовление резьбы пластмассовых деталей сравнительно сложно, чем на металлах. Это связано с физико-механическими процессами, происходящими в процессе изготовления конкретных резьбовых деталей из пластмасс методом прессования и литья под давлением. Также механика формирования пластмассовых резьб на деталях нефтепромыслового оборудования по своим специфическим свойствам отличаются от резьб полученных методом механической

обработки на металлах. Так как резьбовые поверхности на пластмассовых деталях формируются в пресс-формах в зависимости от материалов и режимов: температуры, давления и времени изготовления. Эти режимные и управляемые параметры играют определенную роль при обеспечении физико-механических свойств деталей в процессе изготовления. В связи с этим в данной статье рассматриваются влияния технологических параметров изготовления на качество резьбовых деталей нефтепромышленного оборудования. При этом в широком диапазоне режимных параметров исследуются достижимые границы показателей качества деталей, работающих в конструкциях оборудования разведки, бурения и эксплуатации в нефтяной и газовой промышленности. Устанавливаются математические зависимости между показателями качества (усадки и прочности) деталей от температуры прессования.

Ключевые слова: качество, пластмассовые детали, пресс-материалы, эксплуатационные показатели, усадочная деформация.

STUDY OF OPTIMIZATION OF THE STRUCTURAL DESIGN OF SUPPORT UNITS OF PUMPJACKS

Zuleikha Eyvazova¹, Sevinc Mehdiyeva²

¹Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Department "Industrial Machines", Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan. E-mail: zeeyvazova@mail.ru

²Faculty of Oil Mechanical Engineering, undergraduate, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan. E-mail: seva.mehdieva2001@gmail.com

ABSTRACT

Oil extraction is carried out in three ways: fountain, gas elevator, and pumping. The claim that the time of flowing wells is long over is not negotiable. But we can agree that the leading role in oil production is. Although there are different types of pumps, such as plunger, centrifugal, screw, hydraulic piston, jet, etc., more common for this method are. And the main drive of downhole rod pumps has been pumpjacks for more than a century. This article considers the justification of the possibility of improving the pumpjack design through self-lubricating sliding bearings in low-speed units.

Keywords: oil production pumping, balancing pumpjack, rolling bearings, self-lubricating sliding bearings.

Introduction

Before the collapse of the USSR, the main developer of pumpjacks was the AzINMASH Research and Development Institute (Baku, Azerbaijan). The introduction of the pumping method of oil production in the USSR began in the Baku fields in 1923. The main manufacturer of pumpjacks was the Baku Worker plant. The process of improving the design of pumpjacks began with wooden pumpjacks, in which the frame, rack, and balancer were made of wood. From 1923 to 1945, the designs of pumpjacks were improved and in 1945 a normal range of metal pumpjacks was created. Based on the accumulated extensive experience, and critical processing of the normal series of 1945, AzINMASH in 1949 developed a project for a new normal series of pumpjacks, based on which pumpjacks were produced until 1958. Further, GOST was created for pumpjacks, by which the manufacture of pumpjacks of the SK type was carried out for all crafts of the Soviet Union. In those years, the annual output of only one standard-size pumpjacks with a lifting capacity of 8 tons was 3000 copies. The design of pumpjacks of the SK type was created based on an axial scheme. Since 1986, AzINMASH has developed a new Industry standard for pumpjacks based on a deaxial kinematic scheme by analogy with American API pumpjacks.

After the collapse of the USSR, the production of the first pumpjacks based on AzINMASH documentation began in Russia. In the future, in Russia, the designs of pumpjacks will be improved by the advanced global trends in petroleum engineering, and today they have API certificates.

The main part

There are various modifications of pumpjacks. But the most popular is the classic pumpjack, in which the rocking support of the balancer is located in the middle and divides the balancer into two arms, the front one, to which an arc-shaped head is attached, and the rear one, to which

connecting rods connected to cranks mounted on the driven shaft of the gearbox are attached. The operation of the pumpjack consists of converting the rotational motion of the electric motor shaft into a reciprocating motion of the suspension point of the pumping rods connected to the plunger of the downhole pump.

Considering the design of modern pumpjacks, it can be noted that there are a large number of nodes resting on rolling bearings. These are gearbox shafts, traverse axes, connecting rods, cranks, and balancers [1].

Because sliding bearings can be used in nodes where the rotation speed is low, the developers of pumpjacks decided to replace rolling bearings with sliding bearings in the nodes of the pumpjacks.

Sliding bearings were also used in gearboxes of the PH-5700 type of the first metal pumpjacks of the SK4-1800 type, manufactured before 1945 and designed for a load of 100 kN (Figure 1). The bearings of the low-speed shaft supports were cast-iron inserts filled with babbit. The kinematic scheme of the gearbox was asymmetrical, which cannot be considered favorable for the shaft, gear engagement, and sliding bearing. As a result of such a scheme, there was a free span of the shaft between the hub of the gear wheel and one of the sliding bearings, causing a bending moment on this bearing. Because of this, there was a possibility of misalignment of the shaft axis relative to the bearing axis and increased wear of their surfaces in the near-end zones of the bearing.

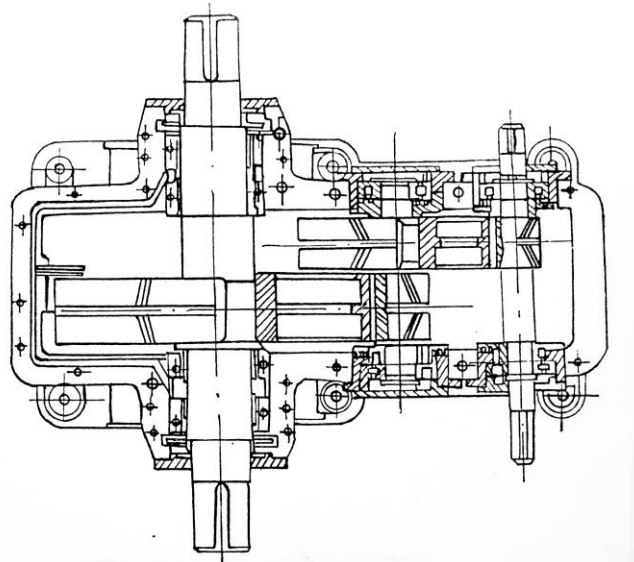


Figure 1. Gearboxes of the PH-5700 type of pumpjacks of the SK4-1800 type (Azerbaijan)

The performance and durability of the sliding bearing largely depend on the method and quality of lubrication. In this gearbox, lubrication was carried out with crankcase oil, which was supplied to the bearing from the side through the liner. To do this, a special inlet groove was made in the flange of the gearbox housing, into which the oil was directed by oil traps, where it fell from the end of the gear wheel of the slow-speed shaft. The disadvantages of such lubrication should be considered oil contamination with particles of worn metals, the non-pressure nature of oil



movement in a rather long channel with turns, as well as insufficient lubrication efficiency due to lateral oil supply.

Among foreign companies, the American company "Lufkin", which is one of the leading manufacturers of pumpjacks in the world, uses gearboxes of pumpjacks in which the driven shaft rests on sliding bearings (Figure 2) The slow-running (crank) shaft 1 with support along the entire length is rigidly fixed with bronze bushings 2. The high-speed and intermediate shafts rest on cylindrical roller bearings [2]. Shafts and gears are made of high-hardness alloy steel. The supporting bronze bushings reduce the bending deformation and stress of the crankshaft, thereby significantly increasing the service life.

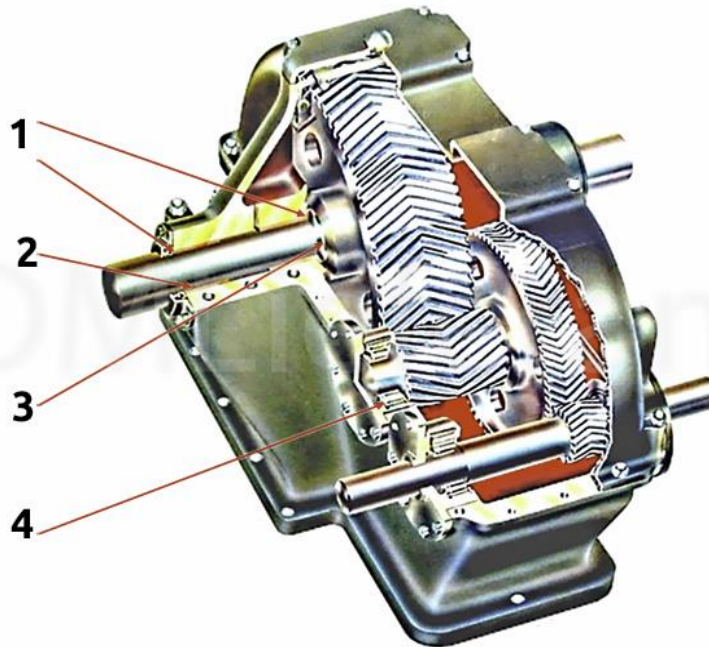


Figure 2. The gearbox of the American company "Lufkin" (USA) with sliding bearings on the driven shaft.

However, due to the considerable length of the sliding bearings in comparison with rolling bearings, the design of the housing and the gearbox cover at the installation site of the caps of the bearing assembly of the driven shaft protrudes a greater distance compared to the installation level of the covers of the assemblies of the intermediate and drive shafts. This complicates the processing of surfaces under the covers with a single installation of the cover and the gearbox housing.

Romanian pumpjacks of the UP model use gearboxes manufactured at the Vulcan factory [3]. Sliding bearings with inserts made of metal or plastic are used as supports in these gearboxes for a low-speed shaft. The parameters of these machines are similar to the characteristics of the C 456 D, C640D, and C912D machines manufactured by Industrial Export by the American API standard-STD 11E. The kinematic scheme of the gearboxes is symmetrical in all cases, and, consequently, the length of both bearing bearings is the same (Figure 3). As in the gearboxes from Lufkin, the bearings are reinforced with powerful stiffeners, inside which there are cavities used

for storing oil. The bearings are equipped with vertical holes connected to the gearbox cover. Thus, the oil is supplied to the shaft from above, which is a more efficient solution than the lubricant from the side.

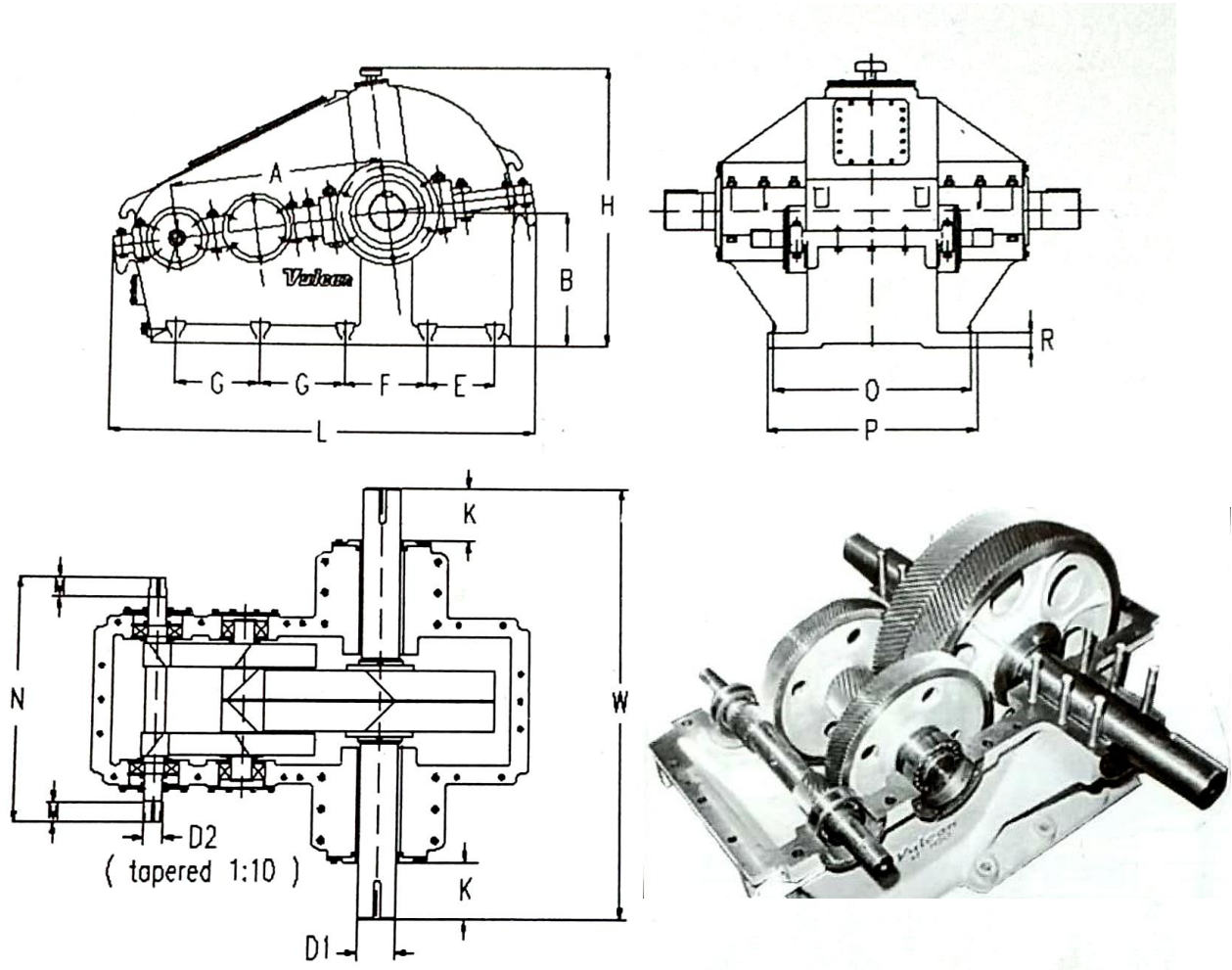


Figure 3. Gearbox manufactured by Vulcan factory (Romania).

In the Branch Laboratory of the Department of "Oilfield Mechanics, Machines and Mechanisms" of AzINNEFTXIM, a gearbox design with sliding bearings was developed based on the invention with self-lubricating sliding bearings (Figure 4) [4].

Self-lubricating plain bearings have several advantages, which I pay attention to, for application in pumpjacks:

1. Maintenance-free operation. Self-lubricating bearings eliminate the need for additional lubrication systems, reducing maintenance requirements and associated costs.
2. Extended service life. They often have a longer service life compared to traditional bearings because lubricants are continuously fed to the friction surfaces.
3. Reduced friction and wear. Self-lubricating bearings usually have lower friction coefficients and a reduced wear rate, which leads to increased efficiency and reduced downtime.



4. Corrosion resistance. Many self-lubricating materials are resistant to corrosion, which makes them suitable for harsh operating conditions and outdoor use.
5. Noise reduction. These bearings can operate silently due to the constant presence of lubricants, which contributes to a quieter working environment.
6. Simplicity and space saving. They simplify the design by eliminating the need for complex lubrication systems and tanks, saving space and reducing the number of components in the system.
7. Environmental benefits. Self-lubricating bearings are often considered more environmentally friendly because they reduce the need for lubricants that can be harmful if released into the environment.
8. Wide temperature range. Some self-lubricating materials can work effectively over a wide temperature range, making them suitable for a variety of applications.
9. Customizable. Manufacturers can adapt the composition of self-lubricating materials according to the specific requirements of the application.
10. Economy. Although the initial cost may be higher than that of traditional bearings, reducing maintenance costs and extending service life often lead to cost savings in the long run.

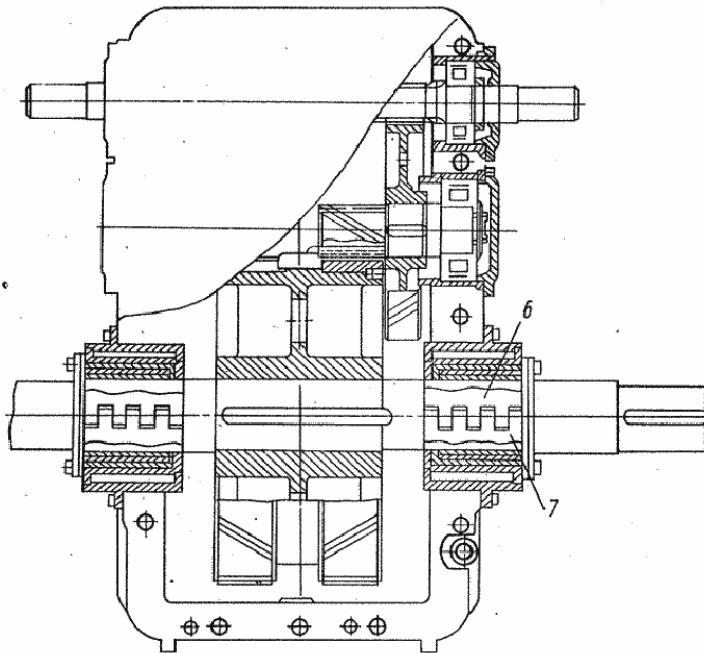


Figure 4. The reducer of the pumpjack according to the invention SU 1679078 A1.

In the gearbox developed based on this invention, the surfaces of all covers are on the same plane as the housing and the gearbox cover, which facilitates their processing during the manufacturing process. The design of the pumpjack gearbox with self-locking sliding bearings on the driven shaft based on the Ts2NSh-750B type gearbox used in pumpjacks of the SKD8-3-400 type is shown in Figure 5 [5].

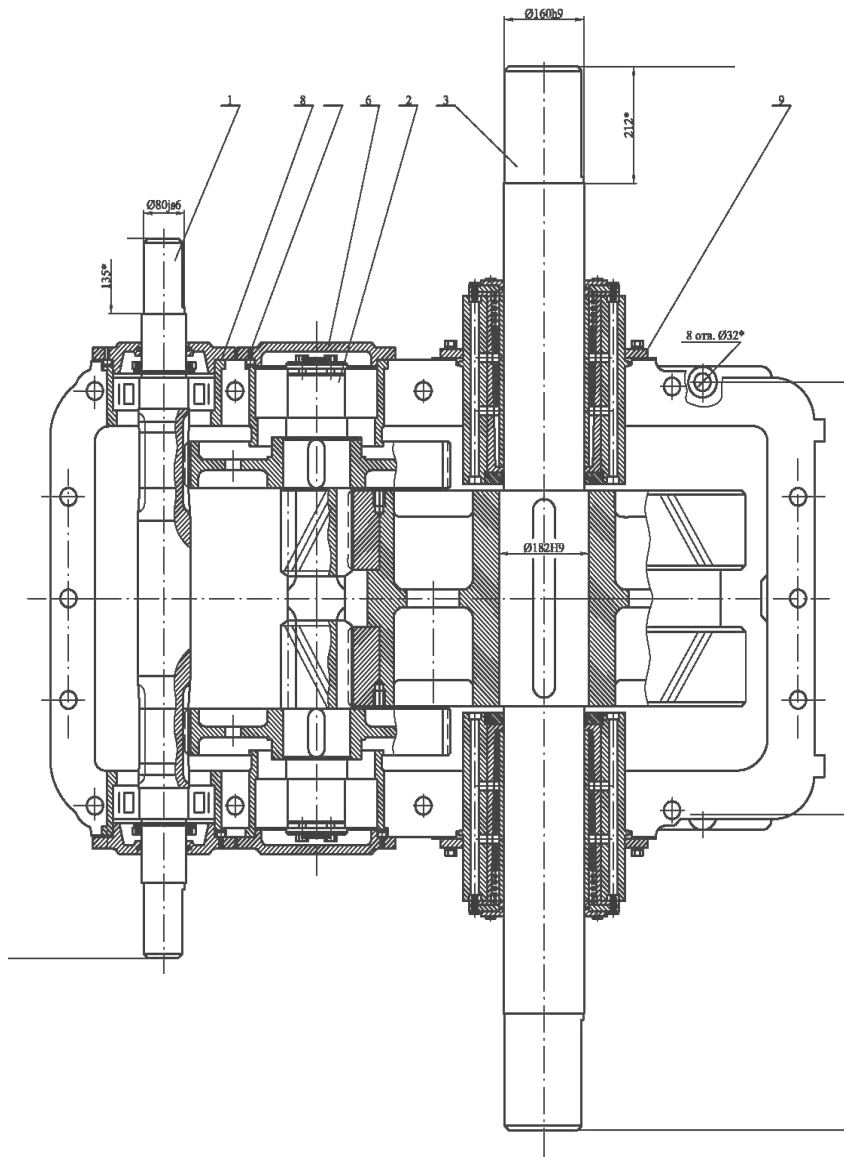


Figure 5. Gearbox design with self-lubricating sliding bearings

The operability and durability of the sliding bearing largely depend on the method of lubrication and the quality of lubrication. In gearboxes, crankcase oil is most often used for this, which over time becomes contaminated with particles of worn metals. The proposed design involves the use of a porous sintered anti-friction material for the inserts of the sliding bearing, which allows for self-lubrication of the bearing due to oil pre-filled into the housing of the bearing assembly. This design allows the gearbox to work for a long time without additional injection of oil into the sliding bearings since the oil is practically not polluted. Based on this design of the sliding bearing assembly with self-lubricating inserts, designs for other support units of the pumpjack have also been developed.

The forces acting on the sliding bearing constantly change their directions during operation. The point of contact of the shaft with the liner will be determined by the direction of the acting force.

Figure 6 shows a general scheme for analyzing the speed mode of a sliding bearing for a condition that does not act stationary in the magnitude and direction of the bearing force P.

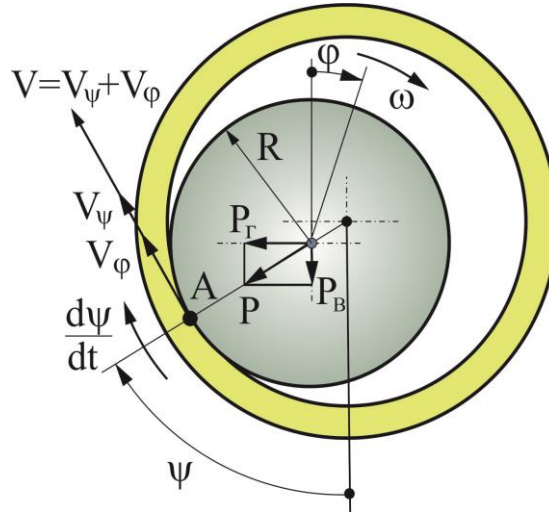


Figure 6. Schematic for the calculation of the sliding bearing.

Let at some point in time the force P is directed at some current angle ψ to the vertical axis directed downward. There is always some eccentricity between the liner and the shaft. Then, by the principle of geometric compatibility, in the presence of two contacting surfaces representing circular surfaces, the acting force will balance the system in such a way that three special points will be located along the line of its action: the center of the cage, the center of the shaft and the point of contact of their surfaces A . Let's assume that there is no rotational movement of the shaft inside the liner ($\omega = 0$), but the force P continues to act. Thus, the bearing can be compared to some extent with an ordinary hinge. Due to the change in the direction of the force, the contact point A will move along the arc of the liner according to some law set by the angle ψ . But then, since there is a non-stationary movement of the point, we can talk about the sliding speed of this point on the surface of the cage [6].

The speed of relative sliding at point A will be determined by two factors: the rotational movement of the shaft inside the liner and the movement of the contact point depending on the direction of the acting force. The first component does not require clarification, so we will explain the second.

If we take into account that the shaft rotates, then to determine the absolute sliding velocity at the contact point, we must add the circumferential velocity V_\square of the shaft with the velocity of movement of the contact point V_\square , depending on the direction of the acting force, so:

$$V = V_\square + V_\square$$

Substituting the values of these speeds, taking into account the radius of the shaft R , we get:

$$V = \omega R + R \frac{d\psi}{dt}$$

In particular, using the relation $d\phi = \omega dt$, we obtain:

$$V = \omega R \left(1 + \frac{d\psi}{d\varphi} \right)$$

This expression is more acceptable for us, since, as a rule, according to the tradition established in the technical literature, the change in all kinematic and power operating parameters of pumpjacks is not given depending on time, but is put about the angle of rotation of the crank. This is justified by the fact that the process of operation of the pumpjack is cyclical, and therefore real-time loses priority meaning and it becomes more expedient to use parameters describing one complete cycle. Such is the angle of rotation of the leading link of the pumpjack, i.e., the crank. The formula for calculating the absolute speed shows that even with a uniform rotation of the shaft, the resulting sliding speed will be uneven. Moreover, the linear velocity from the rotating shaft at the point of contact will increase or decrease due to the addition of the speed of movement of the contact point in the forward or reverse direction. At the same time, the instantaneous speed of the contact point moving along the shaft arc may be many times higher than the linear speed due to the rotation of the shaft. This happens at moments of a sharp change in the direction of the current efforts. The operation of the pumpjack is characterized by such moments during the cycle. For example, the moment when the stroke of the suspension point of the rods ends and the downward stroke begins, or the balancing counterweight passes through the maximum or minimum of its height position, changes the sign of static torque. At these moments, the second component of the sliding speed increases sharply, giving a peak value. In practice, in these positions of the contact point, one should expect the destruction of the oil film, its burning and even bullying as a result of such a "scratching" of the shaft on the liner.

The graph of the change in the linear speed of the shaft sliding along the liner is shown in Fig.7. Here, the red lines show curves associated with practical data and the blue ones with theoretical ones; the practical one corresponds to the rotation speed of the low-speed shaft of the pumpjack 7SK8-3,5-4000, installed at well No. 7297 NQDU "Suraxanineft", the theoretical one is given for the modern pumpjack SKD8-3-4000 [5].

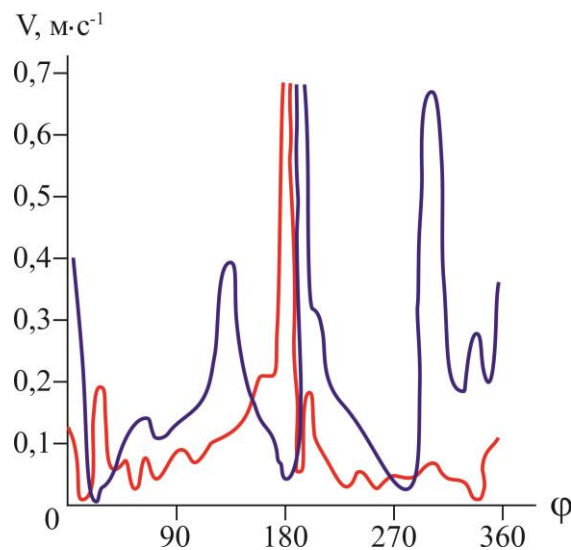


Figure 7. Graphs of the change in the sliding speed in the support of the low-speed shaft of the gearbox

Conclusions

The analysis of the development and improvement of existing pumpjack designs allows us to conclude about the significant advantages of sliding bearings and the possibility of using them in low-speed pumpjack units. It is also possible to take as a basis the chosen direction of research for carrying out work on optimizing the design of the support units of pumpjacks for their further improvement.

REFERENCES

1. Bikbulatova G.I., Dumler E.B. Operation of rod pumping equipment. Almet'yevsk, 2009. 130
2. <https://dmliefer.ru/lufkin-industries>
3. Vulcan s.a. Bucuresti – Romania. Pumpjacks. 12 с.
4. Sliding bearing. K.S. Aliverdizade, R. G. Amirov, Z.E. Eyvazova, etc. Copyright certificate of the USSR SU 1679078 A1. BI No. 35, 1991.
5. H. Janakhmedov, R.A. Kurbanov, S.A.Vagidov, Z.E.Eyvazova. Optimal design of structures of borehole rod pumping units. Baku: Elm. 1997, 214.
6. Eyvazova Z.E. On computer research of bearing loading in gearboxes of pumpjacks. News of universities: Oil and gas. 1991. №6, 86-89.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ ОПОРНЫХ УЗЛОВ СТАНКОВ-КАЧАЛОК

Зулейха Эйвазова¹, Севиндж Мехтиева²

¹Доцент, кандидат технических наук, кафедра “Промышленные машины”, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Азербайджан E-mail: zeeyvazova@mail.ru

²Нефтемеханический факультет, магистрант, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Азербайджан. E-mail: seva.mehdieva2001@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Как известно, добыча нефти осуществляется тремя способами, фонтанным, газлифтным и насосным. Утверждение, что время фонтанирующих скважин давно закончилось, не подлежит обсуждению. Но можно согласиться с утверждением, что на сегодняшний день ведущая роль в добычи нефти принадлежит насосному способу. Несмотря на то, что существуют разные типы насосов, такие как плунжерные, центробежные, винтовые, гидропоршневые, струйные и т.д., более распространенным для этого способа являются скважинные штанговые насосных установки. И основным приводом скважинных штанговых насосов вот уже на протяжении более века являются станки-качалки. В данной статье

рассмотрено обоснование возможности совершенствования конструкции станков-качалок за счет использования в тихоходных узлах самосмазывающихся подшипников скольжения.

Ключевые слова: насосная добыча нефти, балансирный станок-качалка, подшипники качения, самосмазывающиеся подшипники скольжения.

MANCANAQ DƏZGAHININ DAYAQ DÜYÜNLƏRİNİN KONSTRUKSIYA OPTİMALLAŞDIRMA TƏDQIQATI

Zuleyxə Eyvazova¹, Sevinc Mehdiyeva²

¹Dosent, texnika elmləri namizədi, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan, E-mail: zeeyvazova@mail.ru

²"Neft-Mexanika" fakultəsi, Magistrant, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan, E-mail: seva.mehdieva2001@gmail.com

XÜLASƏ

Bildiyiniz kimi, neft hasilatı üç yolla, çeşmə, qaz qaldırıcı və nasosla həyata keçirilir. Fəvvarə quyularının vaxtının çoxdan bitdiyi iddiası müzakirə edilə bilməz. Ancaq bu gün neft hasilatında aparıcı rolun nasos metoduna aid olduğu iddiası ilə razılaşmaq olar. Dalgıç, mərkəzdənqaçma, vida, hidravlik piston, Jet və s. kimi müxtəlif növ nasosların olmasına baxmayaraq, bu metod üçün daha çox yayılmış quyu çubuq nasos qurğularıdır. Və bir əsrdən çoxdur ki, quyu çubuq nasoslarının əsas sürücüsü sallanan maşınlardır. Bu məqalədə öz-özünə yağlanan sürüşmə rulmanlarının yavaş hərəkət edən qurğularda istifadəsi səbəbindən sallanan maşınların dizaynını yaxşılaşdırma ehtimalının əsaslandırılması müzakirə olunur.

Açar sözlər: nasos neft hasilatı, balans mancanaq dəzgah, yuvarlanan rulmanlar, özünü yağlayan sürüşmə rulmanları.

RESEARCH ON INCREASING THE HARDENING OF A GEAR REDUCER USING PLASMA TECHNOLOGY

Nazim Ibrahimov¹, Elchin Aliyev²

¹Professor, “Material science and processing technologies”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan.
E-mail: nazim.ibragimov.2015@mail.ru

²Master’s student, “Material science and processing technologies”, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan. E-mail: aelcin238@gmail.com

ABSTRACT

Different case hardening methods are used to increase the hardening of machine-building products and their resistance to abrasion, temperature and corrosion. The most modern methods include plasma nitriding technology. This method can be applied for the following parts: crankshaft, gears, piston parts, etc. A common characteristic feature of workpiece that undergo case hardening is that their mechanical processing after hardening is difficult or impossible due to high hardness and complex geometric shape. Plasma nitriding is the process of low-temperature common case hardening for highly loaded gears. When nitriding, a diffusion layer with very hard complex nitride precipitation with a thickness of several microns is formed on the surface of the gear wheel, which greatly increases the technical performance of the part. [1]

This article summarizes the state of knowledge in the field of plasma nitriding technology equipments and surface nitriding of gears, provides a overview of the current state of research in the field of nitrided gears.

Keywords: hardening, plasma nitriding, nitriding, gears, mechanical processing, reducer.

Introduction

Reducers are widely used in all fields of the oil industry and agricultural production. That is why their production is growing year to year, new modifications appear and existing models are improved. Reducers increase the torque by reducing the speed of the engine. Depending on the type of transmission, various gears are used, such as cylindrical spur gears, bevel gears, hyperboloid gears, worm gears. The surfaces of the gears, regardless of their type, are hardened in different ways. Modern methods of surface hardening include nitriding process with plasma technology. This hardening process is performed by saturating the surface layers with nitrogen, which increases their abrasion resistance and durability, as well as corrosion resistance. Plasma nitriding is a modern thermochemical process in a mixture of gases with the release of nitrogen, hydrogen and carbon (optional). Plasma nitriding is carried out in a vacuum. Since heating and cooling processes are slow, plasma nitriding significantly reduces the formation of deformations and stresses in the material. It also does not require subsequent surface grinding or other mechanical processing and can also be used for hardenable steel grades.

There are 3 known methods of nitriding, these methods are shown in table 1

Table 1. The methods of nitriding.

Nitriding methods	Nitriding medium	Processing temperature, C	Processing time, hour	Result
Carbonation (cyanation) in molten salts	Cyanite/Cyanate	(480) 560 – 580	0.2 – 3	Carbonitriding
Nitrogenation of gas	NH ₃	510 – 540	20 – 120	Nitriding
	NH ₃ + CO ₂	550 – 620	1.5 – 6	Carbonitriding
Plasma nitriding	N ₂ +H ₂	300 – 590	5 – 60	Nitriding
	N ₂ +H ₂ +CH ₄	500 – 590	0.2 – 6	Carbonitriding

Plasma nitriding is the process of a glow discharge in a mixture of nitrogen and hydrogen gas. This process heats the part, cleans the surface and nitrogen is absorbed into the part. Əlavə edilmiş azot metalın tərkibindəki dəmir və digər alaşımli elementlərlə birləşərək sərt metal nitridləri əmələ gətirir. The added nitrogen combines with iron and other alloying elements in the metal to form hard metal nitrides. Nitriding is carried out at a temperature below the austenitization temperature of steel. Austenite formation begins at 727 °C (1340 °F) for plain carbon steel, but depends on the composition of alloy steels. Thus, nitriding is typically performed at temperatures between 500 and 550 °C (930 – 1022 °F), with a maximum temperature of 620 °C (1150 °F). The hardening process lasts from several hours to 20 hours, depending on the type of part, the thickness of the layer and the technological requirements. The parts are subjected to a nitriding process at 500 and 550 oC degrees, after obtaining the required technical indicators, the cooling process is carried out with modes. The chamber can be filled with nitrogen or argon to prevent unwanted oxidation of nitrified parts. Figure 1 shows the process of nitriding and cooling of gears and parts in general for up to 20 hours.

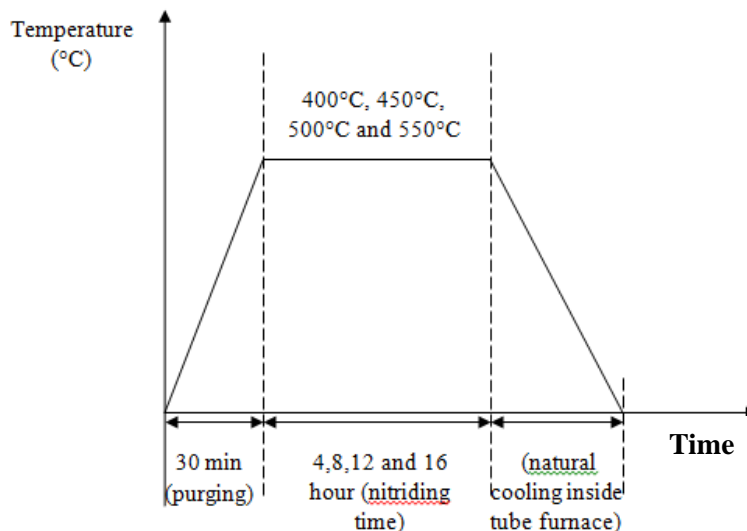


Figure 1. Time dependence of temperature in plasma nitriding [2]

Gear wheels of reducers are made of steel alloys of different brands. Table 2 shows the change in hardening of different brands of steel during nitriding.

Table 2. Nitriding modes depending on the steel grade [3].

Steel Brand	Nitriding modes		Part Hardness HV	Layer thickness mm
	Temperature (°C)	Time (hour)		
1X18H9 (1X18H9T)	560	48 – 60	800 – 1200	0,15 – 0,25
4X14H14B2M	575	48 – 60	900 – 1000	0,10 – 0,20
1X13	520	48 – 60	900 - 1000	0,25 - 0,35
5XHM (5XГМ)	520	24	700 – 1000	0,3
3XB8 (3X2B8)	520	40 – 50	1000	0,25
4X8B2	520	40 – 50	900 – 1000	0,4 – 0,5
4XB2C (X12Φ)	520	35 – 50	900 – 1100	0,25 – 0,35
7X3 (40X)	520	20 – 50	700 – 750	0,45 – 0,55

The plasma nitriding process equipment consists consists of a vacuum chamber (retort), a pump system for regulating pressure in the furnace, a plasma generator and a cooling system. Cold-wall furnaces use only the plasma energy absorbed by the parts for heating, while hot-wall furnaces have a conventional active heating system.

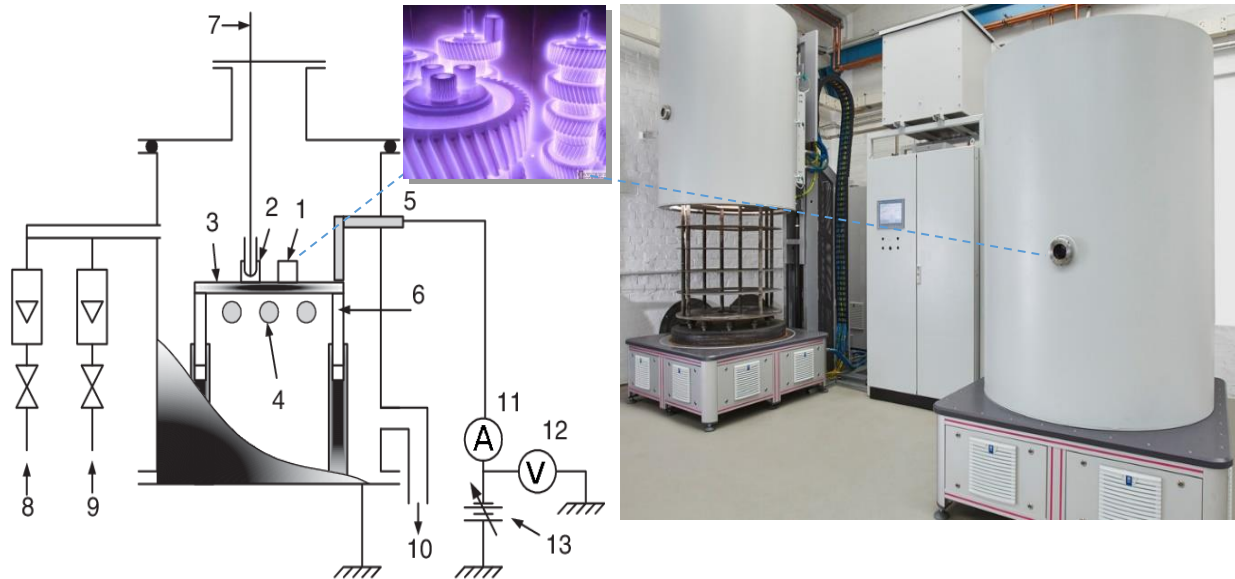


Figure 2. The main diagram and view of the plasma nitriding unit [4].

In the schematic in Figure 2, (1,2) sample, (3) standing table, (4) heater, (5) cathode, (6) insulator, (7) thermocouple, (8) N₂ gas inlet, (9) H₂ gas input, (10) pump system, (11) ammeter, (12) voltmeter, (13) DC power supply

In plasma nitriding, vacuum chambers are made of stainless steel. They have 2 or 3 separate heating and cooling zones depending on their size. The parts are loaded onto metal plates. These plates are located on the support insulators and connected to the cathode of the plasma generator.

A highly ionized glow discharge (plasma) is generated around the component. On the surfaces where they are directly charged, nitrogen-rich nitrides form and decompose, releasing reactive nitrogen onto the surface. The plasma nitriding process can be seen through observation glass. The nitriding process is carried out by a fully automated control system. In this system, you can instantly monitor the temperature, pressure, time, and hardness of the part. In addition, there is also a graph of parameters versus time.

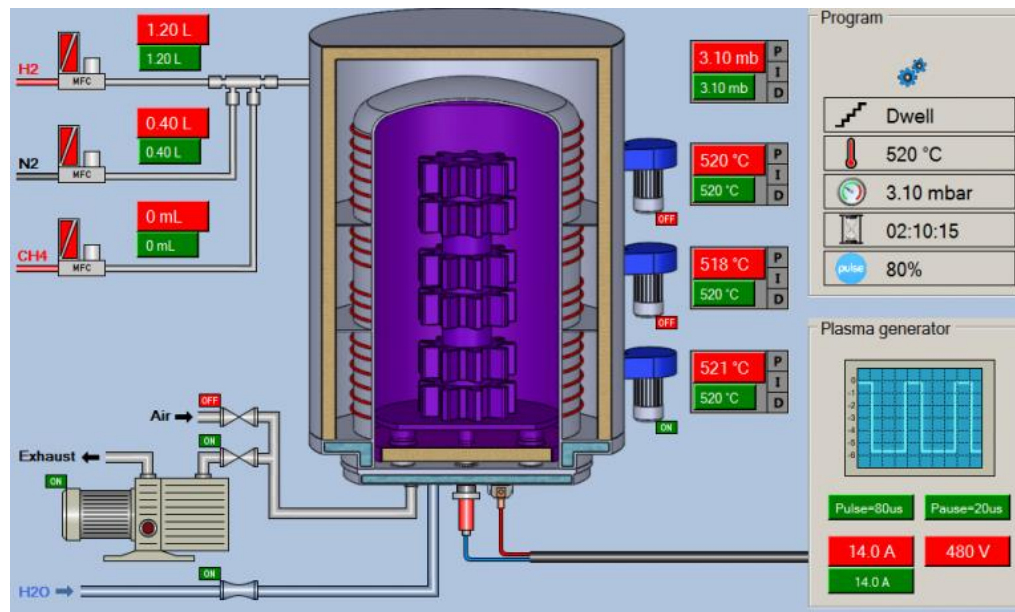


Figure 3. Plasma nitriding device control screen.

The advantages of plasma nitriding: [3]

It is known that plasma nitriding is a modern thermochemical process in a mixture of gases that releases nitrogen, hydrogen and (optionally) carbon.

1. Besides being a state-of-the-art process, nitriding is used to improve the case hardening and corrosion resistance of steel, cast iron and titanium materials;
2. The process is carried out at a low temperature, starting from 350 °C-degree to 550 °C-degree.
3. Regardless of the size and weight, large-sized gears and the surface of many parts can be hardened at the same time;
4. Uniform hardness distribution compared to other nitriding processes.
5. Increases resistance to exhaustion.
6. Depending on the depth of the required nitriding tray, the nitriding process can last from a few minutes to 50-60 hours.
7. No harm to human health and environment.

Conclusion

The advantages and technological modes of increasing the hardness of parts using plasma nitriding technology have been developed. The results of these regimes showed an increase the hardness of parts on their surfaces up to several times. Along with the increase in hardness, the

resistance of the part against abrasion and corrosion has increased many times. The design, working principle and scheme of the equipment are presented.

REFERENCES

1. Thermochemical Surface Engineering of Steels, Improving Materials Performance 2015, Pages 413-457
2. Nitride alloy layer formation of duplex stainless steel using nitriding process - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Nitriding-thermal-cycle-for-DSS_fig1_322784016.
3. Materialovedeniye, Azotirovaniye stali, Tekhnologiya protsessa azotirovaniya. <https://sterbrust.tech/spravochnik/materialovedenie/azotirovanie-stali.hhml>
4. Plasma Nitriding as an Environmentally Benign Surface Structuring Process - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Illustration-of-the-plasma-nitriding-device_fig3_250154180
5. Design of Deep Nitriding Treatments for Gears, HTM — Journal of Heat Treatment and Materials, 6/2015, Vol. 70, pp. 276-285.
6. Increasing the load carrying capacity of highly loaded gears by nitriding MATEC Web of Conferences 287, 02001, 2019
7. Improving the hardness of a wind turbine gear surface by nitriding process, P Sakthivel, GP Rajamani, Applied Mechanics and Materials 591, 19-22, 2014
8. Plasma-Nitriding Properties of CoCrFeMnNi High-Entropy Alloys Produced by Spark Plasma Sintering, 2020
9. Dudziński, W.; Medyński, D.; Sacher, P. Effect of Machine Pin-Manufacturing Process Parameters by Plasma Nitriding on Microstructure and Hardness of Working Surfaces. Crystals 2023, 13, 1091
10. Menthe, E.; Bulak, A.; Olfe, J.; Zimmermann, A.; Rie, K.T. Improvement of mechanical properties of austenitic stainless steel after plasma nitriding. Surf. Coat. Technology. 2000, 133, 259–263. [Google Scholar]

PLAZMA TEXNOLOGİYASI İLƏ REDUKTORUN DİŞLİ ÇARXININ MÖHKƏMLİYİNİN ARTIRILMASININ TƏDQIQI

Nazim İbrahimov¹, Elçin Əliyev²

¹Professor, “Materialşünaslıq və emal texnologiyaları”, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan.
E-mail: nazim.ibragimov.2015@mail.ru

²Magistrant, “Materialşünaslıq və emal texnologiyaları”, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan.
E-mail: aelcin238@gmail.com

XÜLASƏ

Maşınqayırma məhsullarının möhkəmliyini, yeyilməyə, temperatura və korroziyaya davamlılığını artırmaq müxtəlif səthi möhkəmləndirmə usullarından istifadə edilir. Ən müasir üsullar içində

plazma ilə nitridləşmə texnologiyası vardır. Bu üsulu aşağıdakı hissələr üçün tətbiq etmək olar: dirsək valları, dişli çarxlar, piston hissələri və s. Səthi sərtləşməyə məruz qalan iş parçalarının ümumi, xarakterik xüsusiyyəti yüksək sərtliyə və mürəkkəb həndəsi formaya görə sərtləşdikdən sonra onların mexaniki emalının çətin və ya qeyri-mümkün olmasıdır. Plazma nitridlənməsi yüksək yüklənmiş dişli çarxlar üçün aşağı temperaturda ümumi səthinin möhkəmləndirilməsi prosesidir. Nitridləşdirmə zamanı dişli çarxın səthində qalınlığı bir neçə mikron olan çox sərt mürəkkəb nitrid yağıntuları olan diffuziya təbəqəsi əmələ gəlir, bu da hissənin texniki göstəricilərini dəfələrlə artırır. [1]

Bu məqalə plazma ilə nitridləşdirmə texnologiyasının qurğuları və səthi azotlanmış dişli çarxlar haqqında biliklərin vəziyyətini ümumiləşdirir. nitridlənmiş dişli çarxlar sahəsində aparılan tədqiqatların cari vəziyyəti haqqında ümumi məlumat verir.

Açar sözlər: Möhkəmliyin artırılması, plazma ilə nitridləmə, azotlama, dişli çarxlar, mexaniki emal, reduktor

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОЧНОСТИ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА РЕДУКТОРА ПЛАЗМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ

Назим Ибрагимов¹, Эльчин Алиев²

¹Профессор, «Материаловедение и технологии обработки», Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Азербайджан. Электронная почта: nazim.ibragimov.2015@mail.ru

²Магистрант, «Материаловедение и технологии обработки», Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Азербайджан. Электронная почта: aelcin238@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Для повышения прочности, устойчивости к износу, температуре и коррозии машиностроительных изделий применяются различные методы поверхностного упрочнения. К наиболее современным методам относится технология плазменного азотирования. Этот метод можно применить к следующим деталям: коленвалы, зубчатого колеса, детали поршней и т. д. Общей, характерной особенностью рабочих деталей, подвергаемых поверхностному упрочнению, является то, что после этого они трудно или не поддаются механической обработке из-за высокой твердости и сложной геометрической формы. Плазменное азотирование — это низкотемпературный процесс общего поверхностного упрочнения высоконагруженных зубчатых колес. При азотировании на поверхности зубчатого колеса образуется диффузионный слой с очень твердыми выделениями сложного нитрида толщиной в несколько микрон, что многократно повышает технические характеристики детали. [1]

В этой статье обобщено современное состояние оборудования для технологии плазменного азотирования и поверхностного азотирования зубчатых колес, также представлен обзор текущего состояния исследований в области азотированных зубчатых колес.

Ключевые слова: повышение прочности, плазменное азотирование, азотирование, зубчатые колеса, механическая обработка, редуктор.

LAYDAN NEFTİN SIXIŞDIRILMASINA TƏSİR EDƏN AMİLLƏR

Azər Qasımlı¹, Elşən Əliyev²

¹Baş elmi işçi, t.e.d., “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ, E-mail: qasimli36@mail.ru

²Direktor müavini, t.e.n., dosent “Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya” ETİ,
E-mail: elsan67@mail.ru

XÜLASƏ

Hər bir neft yatağının işlənməsi zamanı əsas məqsəd neftveriminin artırılmasıdır. Bu məqsəd həm yeni, həm də köhnə, əldən düşmüş yatağın işlənməsi zamanı qarşıda durur. Əldən düşmüş yataq dedikdə layın əvvəlki ehtiyat enerjisinin azalması ilə lay təzyiqinin azalması başa düşülür.

Yeni işə düşən sahələrin işlənməsinə sulaşmanın tətbiqi neftveriminin artırılmasının ilk üsulu hesab olunur. Köhnə yataqlardan qalıq neftin çıxarılması məqsədilə sulaşmanın tətbiq edilməsi neft çıxarmanın ikinci üsulu adlanır.

Çətin çıxarılan ehtiyata malik (yüksək özlüklü neft, kiçik keçiricilik, qeyribircinc lay və s.) yataqların sulaşdırılması bəzi hallarda effektivdir. Ona görə də sulaşmış yataqlardan qalıq neftin çıxarılması məqsədilə yeni texnologiyasının tətbiqi neftçixarmanın III təsir üsulu adlanır.

Məqalədə neftin sulaşdırma üsulu ilə sıxışdırılmasına təsir edən amillər göstərilməklə, onların zəiflədilməsi yolları göstərilir.

Layların neftveriminin artırılması üsulu - lay flüidlərinin süzülmə qanunlarına; layda baş verən fiziki - kimyəvi hadisələrə; süxur hissəciklərinin flüidlərlə mübadiləsinə; vurulan reagentlərin neftə olan təsirinə əsaslanır.

Layın sulaşdırılması zamanı vurulan suyun nefti tam sıxışdırma bilməməsinin səbəbi neftlə suyun qarışmamasıdırki, nəticədə bu mayelərin səthi ayrılması baş verir və məsələli mühitdə neft kapilyar qüvvələr tərəfindən saxlanılır.

Nefti onunla qarışan reagentlə sıxışdırıqda neftlə sıxışdırıcı arasındakı səth yuyulur, kapilyar qüvvələr “yox” olur, neft sıxışdırıcıda həll olur, nəticədə onu tam və ya bir hissəsini sıxışdırma ilə əhatə olunan laydan ayırmaq olur.

Açar sözlər. Yataq, sulaşma, təzyiq, neftverimi, kollektor, molekulyar-diffuziya.

Mövzunun aktuallığı

Yataqların uzun illər işlənməsi təcrübəsində hasilatın artırılması məqsədilə çox sayda üsullar və texnologiyalar işlənmişdir. Layların neftveriminin artırılması üsulu - lay flüidlərinin süzülmə qanunlarına; layda baş verən fiziki - kimyəvi hadisələrə; süxur hissəciklərinin flüidlərlə mübadiləsinə; vurulan reagentlərin neftə olan təsirinə əsaslanır.

Neftveriminin artırılması üsulu - yatağın geoloji quruluşundan, kollektorların həcmisüzülmə xüsusiyyətindən, işlənmənin əvvəlində tətbiq edilmiş texnologiyadan, flüidin vurulmasından və alınan məhsulun tempindən asılıdır.

Ekspərimentlərin nəticələri və onların müzakirəsi

Neftveriminin artırılması üsullarını xüsusiyyətlərinə görə aşağıdakı qruplara bölmək olar: – termiki üsullar (su buxarı, isti su, lay daxili yanma ocağı), fiziki-kimyəvi üsullar – (aktiv qarışıqların tətbiqi, səthi-aktiv maddələr (SAM), polimerlər, miselyar məhlullar, qələvilər, turşular), hidrodinamik üsullar – tsiklik sulaşma (süzülən selin hərəkətinin dəyişdirilməsi,

mayenin gücləndirilmiş rejimdə çıxarılması, qeyristasionar kombinasiyalı sulaşdırma), - qaz vurma üsulu (neftin yüksək təzyiqli qazla sıxışdırılması), su-qazla təsir, -miokrobioloji, şüa tətbiq etmək və cərəyanmaqnitli üsullar.

Neftveriminin artırılması üsulları neftin layda yatma şəraitinə və fiziki xarakteristikanın dəyişməsinə əsaslanır: -neftlə onu sıxışdıran agent sərhəddində səthi gərilmənin azalması; - sıxışdıran və sıxışdırılan agentlərin hərəkətliliyinin nisbəti (neftin özlülüyünün azalması və sıxışdıran agentin hərəkətliliyinin azalması hesabına).

Neft yataqlarının istismar sahələrinin adi rejimdə və ya laya təsirlə istismarı zamanı kollektorlarda hərəkətedici qalıq neft ehtiyatı qalır. İşlənən laylardan bu ehtiyatın mənimsənilməsi neftveriminin artırılması şəraitinin vacibliyini göstərir.

Ekspertlərin qiymətləndirilməsinə əsasən qalıq neft ehtiyatı (100%) miqdarca aşağıdakı kimi paylanır [1]:

1. kiçik keçiricili laycıqlarda və su ilə əhatə olunmayan sahələrdə qalan neft -27%;
2. bircins layların durğun zonalarda qalan neft– 19%;
3. quyular tərəfindən açılmayan, linza və zəif keçirici ekranlarda qalan neft - 24%;
4. kapilyar qüvvələr tərəfindən saxlanılan və plenka şəklində olan neft – 30%.

Sulaşdırma üsulu tərəfindən cəlb edilməyən yüksək qeyribircins laylarda və durğun zonalarda qalıq neft ehtiyatı, bütün ehtiyatın 70%-i təşkil edir. Bu neftveriminin artırılması üçün əsas ehtiyat hesab olunur.

Bu qalıq neft ehtiyatı hesabına neftveriminin artırılması hazırki texnologiyaların təkmilləşdirilməsilə, eləcə də, hidrodinamik üsulların tətbiqi ilə mümkündür.

İşlənmə zamanı neftin tərkibinin dəyişməsi həm onun ağırlaşması və həm də sıxlığının azalması hesabına baş verir. Neftin ağırlaşması, işlənmə zamanı lay təzyiqinin azalması ilə qazsızlaşma nəticəsində neftin yüngül fraksiyalarının itməsi, həm də vurulan su ilə təması nəticəsində neftin oksidləşməsi nəticəsində baş verir.

Neftin tərkibi məhsuldar qatın hər hansı bir sahəsində dəyişə bilər. Layların makroqeyribircinsliyi nəticəsində qalıq neft ehtiyatının əmələ gəlməsi neftin zəifkeçiricili zonalardan, təbəqələrdən, laycıqlardan və linzalardan kiçik sürətlə süzülməsi nəticəsidir.

Layda iki və daha hərəkətli fazalarla doymuş qüvvələr özlü, səthi, qravitasiya və elastik qüvvələrdir.

Səthi və ya kapilyar qüvvələr maye fazaları sərhəddində 0,01-0,3MPa təzyiq yaradırlar. Səthi qüvvənin ölçüsü süxurun isladılması və məsamə kanallarının ölçüsü ilə (məsaməli mühitin mikroqeyribircinsliyi ilə) təyin edilir [2].

Özlülük qüvvəsi (hidrodinamik müqavimət) neftin özlülüyünə mütənasibdir.

Yüksək əmsallı dinamik özlüklü kollektorda, neftin süzülməsinə mane olan, kritik təzyiq qradienti və ya başlanqıç təzyiq qradienti əmələ gəlir.

Cazibə qüvvələri qiymətcə neftin, qazın və suyun sıxlıqları fərqi bərabər olan daima hərəkətli təzyiq qradienti yaradırlar. Bu qradientin qiyməti 0,1-10 MPa/m -ə çata bilər. Nəticədə suda neft, neftdə isə qaz təzahür edirlər.

Təzyiqin sürətlə düşməsi nəticəsində layda gərginlik-dağılma halında elastiklik qüvvələri yaranır, məsamə kanallarını bağlayır, mikroçatlar azalır və nəticədə qalıq neftlədoymuluq əmələ gəlir.



Layın sulaşdırılması zamanı vurulan suyun nefti tam sıxışdırma bilməməsinin səbəbi neftlə suyun qarışmamasıdırki, nəticədə bu mayelərin səthi ayrılması baş verir və məsaməli mühitdə neft kapilyar qüvvələr tərəfindən saxlanılır.

Sulaşma ilə əhatələnən lay sahələrindən neftin tam sıxışdırılmaması, neftin ağır komponentlərinin süxur dənələrinin üzərinə adsorbsiya uğraması nəticəsində süxur-kollektorların hidrofoblaşmasıdır. Sıxışdırılan və sıxışdırılan mayelərin özlülüklərinin müxtəlifliyi neft-su kontaktının qeyri stabilliyini göstərir, sıxışdırma arxasında neft damcı və qlöbul şəklində qalaraq, neftdə cəmləşirlər [3].

Əgər nefti laydan onunla qarışan maye vasitəsilə sıxışdırırsaq, onda, molekulyar-diffuziya nəticəsində maye-həllədicilə neftə, neftin karbohidrogenləri həllədiciyə keçər və müəyyən vaxt ərzində neft tamamilə laydan yuyular. Bu zaman həllədicilə nefti yuyandan sonra layda qalacaqdır. Nefti laydan sıxışdırılan həllədicilə qismində spirt, efir, kükürlü karbohidrogen v s istifadə etmək olar. Bunlar qiymətə bəla olduğundan nefti sıxışdırmaqdan ötrü təbii qazdan, sudan , karbon qazından və havadan istifadə edilir.

Layların neftveriminin artırılması üçün tətbiq edilən üsulun effektivliyini təmin etməkdən ötrü mütləq üsul üçün sahənin seçilməsi və ya tərsinə, sahə üçün üsulun seçilməsidir.

Üsulun tətbiq kriteriyasını təşkil edən layın və flüidlərin fiziki tərkiblərinin əlverişli olmasıdır ki, işlənmədən yüksək texniki-iqtisadi göstəriciləri alına bilinsin.

Adətən üsulun tətbiq kriteriyasını üç kateqoriya bölürlər [4]:

-geoloji-fiziki (lay mayelərinin tərkibi, neftlə doymuş layın yatma dərinliyi və şəraiti, neftsaxlayan kollektorun xüsusiyyəti, məsaməli mühitin lay mayeləri ilə doyması).

-texnoloji (sulaşma araqatının ölçüsü, həllədicilə agentin qatılığı, quyuların düzülüşü, məsaməli mühitin lay mayesi ilə doyması).

-maddi-texniki qurğularla, kimyəvi reagentlərlə təyinat.

Kriteriyanın birinci kateqoriyası həllədicilə - qiymətli və heçnədən asılı olmayan sayılır. Texnoloji kriteriya geoloji-fiziki asılı olmaqla seçilir. Maddi-texniki şərait çox vaxt asılı olmayaraq, texnoloji kriteriyanın bacardığını yerinə yetirir. Fiziki-kimyəvi üsullar sıxışdırma və əhatə əmsallarının birlikdə və ya onlardan birinin iştirakı ilə sulaşmış laylardan plenkə şəklində və ya kapilyar qüvvələr tərəfindən saxlanılan neftin sıxışdırılmasını təmin edir. Suyu xüsusi kimyəvi maddənin əlavə olunması fazaların səthi gərilməsinə aşağı salmaqla, sıxışdırılan və sıxışdırılan fazaların hərəkətilik nisbətini dəyişir. Nəticədə neftsıxışdırma əmsalının artması baş verir.

Nefti onunla qarışan reagentlə sıxışdırıldıqda neftlə sıxışdırıcı arasındakı səth yuyulur, kapilyar qüvvələr “yox” olur, neft sıxışdırıcıda həll olur, nəticədə onu tam və ya bir hissəsini sıxışdırma ilə əhatə olunan laydan ayırmaq olur.

Səthi-aktiv maddə (SAM) – kimyəvi birləşmə olmaqla, fazalar sərhəddində mərkəzləşərək, səthi gərilmənin aşağı düşməsinə səbəb olur. SAM-ın əsas xüsusiyyəti səthi aktivlikdir – fazalar sərhəddində səthi gərilməni azaltmaq qabiliyyətinə malik olmasıdır.

Lakin, SAM həll olma həddinə malikdir (b.s. misəl əmələ gəlmənin kritik həlli). SAM-ın molekullarında bir və ya bir neçə hidrofob hissəyə aid olan karbohidrogen radikalları vardır. Su ilə pis əlaqədə olan hidrofob qruplar molekulların su (polyar) mühitindən karbohidrogen mühitinə (qeyri polyar) keçməsinə təsir edirlər.

Hidrofil qruplar, əksinə, molekulları polyar mühitdə qalmasına kömək edirlər. Əgər SAM molekulları karbohidrogen mayedədirlərsə, onların polyar mühitə keçməsinə kömək edirlər.

Beləliklə, SAM-ın qeyri polyar mühitdə həll olmuş səthi aktivliyi hidrofilyar qruplardan, suda həll olan isə hidrofob radikallardan ibarət olur. Hidrofil qruplar ionogen və qeyriionogen qruplara bölünürlər.

İonogen SAM-lar suda ionlara assosiasiya olunmaqla, bəziləri adsorbsiya (səthi) aktivliyinə, digərləri isə (əksionlar) adsorbsiya aktiv olurlar. Əgər adsorbsiya aktiv anionlardırsa, SAM anion və ya anion aktiv, əks təqdirdə kation və ya kation-aktiv adlanırlar.

Anion aktiv SAM-ların əsasını – orqanik turşular və onların duzları, kationların əsasını isə müxtəlif aminlər və onların duzları təşkil edir.

SAM-ın bərk cism səthində adsorbsiyası bir çox sənaye proseslərində böyük əhəmiyyətə malikdir. SAM-ın adsorbsiyası əsas iki faktordan asılıdır: SAM-ın səthlə əlaqəsindən və hidrofob effekti yaradan SAM-ın hidrofobluğundan. Bu effekt SAM-ın molekulunun strukturundan – SAM-ın suda həll olmasından çox asılıdır. Neftin səthi-aktiv maddə vasitəsilə sıxışdırılması prosesi bir çox faktorlara təsir edir: məsələn kanallarının səthində SAM-ın adsorbsiyası nəticəsində su ilə neftin sərhəddində faza gərilməsinə, su-süxur və neft-süxur sərhəddində isə səthi gərilməyə. Bundan başqa səthi-aktiv maddə süxur səthinin su və neftlə isladılmasına da təsir edir, süxur səthindən neft plenkasının parçalanaraq, yuyulmasını təmin edir, suda neftin dispersiyasını stabilizə edir, məsələn mühitin faza keçiriciliyini dəyişərək neftin sıxışdırılmasını təmin edir [5].

Nəticə

Qeyd edilənləri təhlil edərək göstərmək olar ki, layın neftveriminin artırılması məqsədilə tətbiq edilən üsullar neftin layda yatma şəraitinə və fiziki xarakteristikasının dəyişməsinə əsaslanır: - neftlə onu sıxışdıran agent sərhəddində səthi gərilmənin azalması; - sıxışdırılan və sıxışdırılan agentlərin hərəkətliliyinin nisbəti (neftin özlülüyünün və sıxışdırılan agentin hərəkətliliyinin azalması) ; – süxur səthinin vurulan işçi agent tərəfindən isladılması; -kapilyar qüvvələrin təsirinin azalması.

ƏDƏBİYYAT

1. Uvelicheniya nefteotdachi na pozdney stadii razrabotki mestorozhdeniy. //Ibatullin R.R., Ibragimov N.G., Takhautdinov SH.F. i dr. /M.: OOO “NedraBiznestsentr”. – 2004. – 292 s.
2. Surguchev M.L. Vtorichnyye i tretichnyye metody uvelicheniya nefteotdachi plastov. M. «Nedra», 1985, 254s.
3. Razrabotka neftyanykh mestorozhdeniy s primeneniye poverkhnostno-aktivnykh veshchestv. /Levi B.I. i dr. M.: “Nedra”, 1983. – 216 s.
4. Adamson A. Fizicheskaya khimiya poverkhnostey. – M.: Mir, 1979. – 568s.
5. Kreyg F.F. Razrabotka neftyanykh mestorozhdeniy pri zavodnenii. //Izd. «Nedra», M. 1974, s. 25-47.

INDICATORS AFFECTING THE DISPLACEMENT OF OIL FROM THE RESERVOIR

Azer Gasimli¹, Elshan Aliev²

¹Senior researcher, t.s.d., Geotechnological problems of oil and gas and chemistry", E-mail: qasimli36@mail.ru

²Deputy director, associate professor Geotechnological problems of oil and gas and E-mail address: elsan67@mail.ru

ABSTRACT

During the development of each oil field, the main goal is to increase oil recovery. This goal lies ahead during the development of both new and old, lost deposits. A missed deposit is understood to mean a decrease in the layer pressure with a decrease in the previous reserve energy of the formation.

The application of irrigation to the development of newly launched areas is considered the first method of increasing oil recovery. The application of irrigation to extract residual oil from old deposits is called the second method of oil extraction.

Oil with hard-to-extract reserves (high viscosity, small permeability, noncircinc layer, etc.)) irrigation of the beds is ineffective in some cases. Therefore, the application of a new technology for extracting residual oil from irrigated deposits is called the III method of oil extraction.

The article shows the factors affecting the compression of oil by the method of irrigation, and the ways of their weakening are indicated.

The method of increasing oil recovery of formations is based on the laws of filtration of fluids; physical and chemical phenomena occurring in the reservoir; exchange of rock particles with fluids; the effect of injected reagents on oil.

The reason that the water injected during the irrigation of the formation cannot completely displace the oil is the lack of mixing of oil and water, as a result of which the surface separation of these liquids occurs, and in the porous medium, the oil is retained by capillary forces.

When compressing oil with the reagent mixed with it, the surface between the oil and the compactor is washed, capillary forces "disappear", the oil dissolves in the compactor, resulting in the separation of it in whole or part from the layer covered by the compaction.

Keywords: Deposit, irrigation, pressure, oil recovery, collector, molecular diffusion

ПОКАЗАТЕЛИ ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫТЕСНЕНИИ НЕФТИ ИЗ ПЛАСТА

Азер Гасымли¹, Эльшан Алиев²

¹Старший научный сотрудник, к.т.н., "Геотехнологические проблемы нефти и газа и химии", E-mail: qasimli36@mail.ru

²Заместитель директора, доцент "Геотехнологические проблемы нефти и газа", адрес электронной почты: elsan67@mail.ru

РЕЗЮМЕ

При разработке каждого нефтяного месторождения основной целью является увеличение нефтеотдачи. Эта цель ставится перед собой при обработке как новой, так и старой, вышедшей из-под контроля пласта. Применение закачка воды при разработке новых

месторождений считается первым методом увеличения нефтеотдачи. Применение метода закачки с целью извлечения остаточной нефти из старых месторождений называется вторым методом добычи нефти.

Обладает трудноизвлекаемыми запасами (высоковязкая нефть, малая проницаемость, непрозрачный пласт и др.) закачка в некоторых случаях неэффективно. Поэтому применение новой технологии с целью извлечения остаточной нефти из месторождений называется III методом воздействия нефтедобычи.

В статье показаны пути их ослабления с указанием факторов, влияющих на сжатие нефти методом закачки.

Метод повышения нефтеотдачи пластов - основан на законах фильтрации пластовых флюидов; физико-химических явлениях, происходящих в пласте; обмене частиц горных пород с флюидами; действию перекачиваемых реагентов на нефть.

При сжатии нефти смешивающимся с ней реагентом поверхность между нефтью и компрессором размывается, капиллярные силы “исчезают”, масло растворяется в компрессоре, в результате чего происходит его отделение от пласта, полностью или частично окруженного сжатием.

Ключевые слова: Месторождение, орошение, давление, обезжиривание, коллектор, молекулярная диффузия.



NƏQLİYYAT GECİKMƏSİ NƏZƏRƏ ALINMAQLA QAPALI APARATDA İSTİLİK-RÜTUBƏT DƏYİŞMƏSİNİN HESABLANMASI

Qasimov Qasim¹, Aybəniz Əliyeva²

¹“Ümumi və tətbiqi riyaziyyat” kafedrasının dosenti. E-mail: q.qasim56@gmail.com

²Magitr, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti. E-mail: aybeniz.aliyeva01@icloud.com

XÜLASƏ

İşdə göstərilmiş qapalı aparatda (QA) baş verən istilik və rütubət dəyişməsi prosesi öyrənilir. Bu ümumi istilik-rütubət prosesinin [4] bir hissəsidir. QA müxtəlif növ elementlərdən ibarətdir. Bu elementlərin bir növü isə cəryan xətti elementləridir. Cərəyan xətti müəyyən uzunluğa malik xəttidir və burada su, qaz və s. istilik daşıyıcılarının istiqamətlənmiş hərəkəti baş verir. Bu hərəkət zamanı istilik və rütubət bir cərəyan xəttindən başqa cərəyan xəttinə ötürüldükdə müəyyən nəqliyyat gecikməsi baş verir. QA çoxlu sayda belə elementlərdən ibarət olduğundan və bu gecikmələrin cəmi sonda istilik-rütubət dəyişməsinə ümumilikdə təsir etdiyindən, onun hesablamada nəzərə alınması vacib məsələlərdən biridir.

Açar sözlər: qapalı aparat, cəryan xətti, nəqliyyat gecikməsi, identifikasiya, fərq sxemləri, kompleks sistem.

Giris

İşdə Şək.1-də göstərilmiş qapalı aparatda (QA) baş verən istilik və rütubət dəyişməsi prosesi öyrənilir. Bu ümumi istilik-rütubət prosesinin [4] bir hissəsidir. QA müxtəlif növ elementlərdən ibarətdir. Bu elementlərin bir növü isə cəryan xətti elementləridir. Cərəyan xətti müəyyən uzunluğa malik xəttidir və burada su, qaz və s. istilik daşıyıcılarının istiqamətlənmiş hərəkəti baş verir. Bu hərəkət zamanı istilik və rütubət bir cərəyan xəttindən başqa cərəyan xəttinə ötürüldükdə müəyyən nəqliyyat gecikməsi baş verir. QA çoxlu sayda belə elementlərdən ibarət olduğundan və bu gecikmələrin cəmi sonda istilik-rütubət dəyişməsinə ümumilikdə təsir etdiyindən, onun hesablamada nəzərə alınması vacib məsələlərdən biridir.

Tutaq ki, bir qapalı aparat (QA) var və bu müəyyən istilik-tənzimlənməsi ilə təmin olunub. Elə istilik prosesinə baxırıq ki, orada istilik daşıyıcıları hərəkət edir(hava ilə antifirisli su ilə və s.). Umumi şəkildə QA bir-biri ilə istilik əlaqəsi olan qapalı konturlardan və bu konturda hərəkət edən istilikdaşıyıcılardan ibarətdir.

Konturun istilik daşıyıcıları bir-biri ilə aşağıdakı istilik kontaktında olurlar:

Konduktiv, konvektiv və işıqsacan, eyni zamanda daxili istilik mənbəylərindən və xarici istilik təsirlərindən ibarət olur.

İstilik sxeminin əsas elementləri aşağıdakılardır:

İstilik mübadiləsində olan aqreqat (su-su ilə, qaz-su ilə istilik mübadiləsi, soyuducu-quruducu, ilanvari termostat, soyudan və qızdırıcı ilanvari aqreqat);

Birləşdirən borular və hava təmizləyən;

Konstruksiya elementləri;

İstilikdaşıyıcının miqdarının tənzimləyicisi;

Klapan və luklar;

Mayeli və havalı qızdırıcılar;

Cihaz aqreqat aparatların elementləri;
 Birləşdirici və ayrıcı.

Məsələnin riyazi şəkildə qoyuluşu

İndi isə baxdığımız prosedə iştirak edən cərəyan xətti elementlərinin riyazi modelini yazaq:

$$c_k \rho_k \left(\frac{\partial T_k}{\partial t} + u_k \frac{\partial T_k}{\partial V_k} \right) = q_k, \quad (1)$$

başlangıç şərt

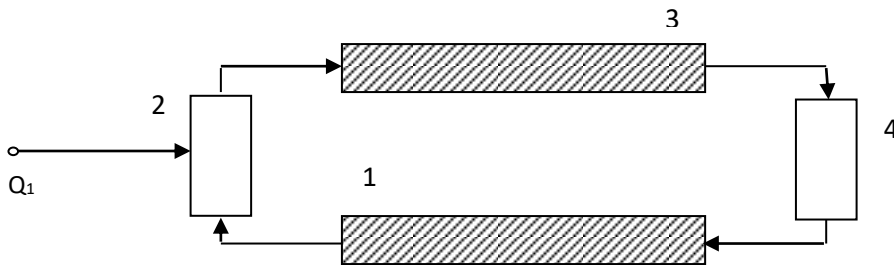
$$T_k(V_k, 0) = c \quad (c = const), \quad \text{burada } k \in B, \quad B \subset \Omega, \quad (2)$$

sərhəd şərtləri

$$T_k(0, t) = T_{k-1}(L, t), \quad 0 \leq V_k \leq L \quad (3)$$

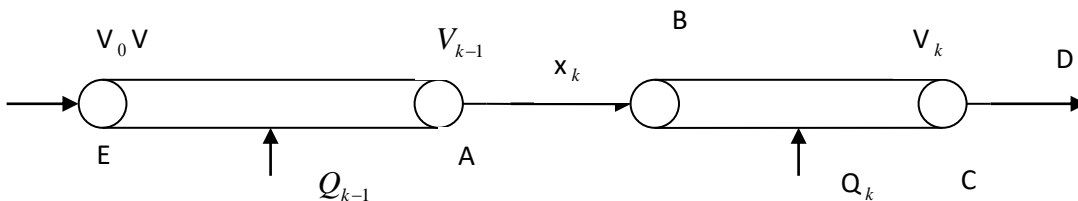
$$a_k = \frac{F_{k,k+1}(T_{k+1} - T_k)}{V_k}, \quad k+1 \in A \subset \Omega \quad (4)$$

burada B- cərəyan xətti elementləri çoxluğu, Ω - bütün elementləri özündə saxlayan çoxluq, c_k və T_k uyğun olaraq k-cı cərəyan xəttinin temperaturu və istilik tutumu, u_k -istilikdaşıyıcı dəstənin sürəti, ρ_k - k-cı elementin sıxlığı, q_k -vahid zamanda vahid uzunluqdakı istilik dəstəsinin ayırdığı istilik miqdarı, L_{k-1} - (k-1)-cı cərəyan xəttinin uzunluğudur. Gecikmə prosesi əsasən istilikdaşıyıcısı olan cərəyan xətlərində baş verir. Məlumdur ki, cərəyan xətti müxtəlif uzunluğa malik olan borulardan ibarətdir. Bu boruların bəzilərində istilik rütubət dəyişməsi baş verir.



Şəkil 1. Şəbəkənin cərəyan xətti hissəsi.

Tutaq ki, Şək.2 EA və BC cərəyan xəttinin iki sahəsidir, bu sahələrdə xarici təsirlərin köməyi ilə istilik- rütubət prosesi baş verir.



Şəkil 2. Şəbəkədə nəqliyyat gecikməsini göstərən hissə.



Aşağıdakı işarələmələri qəbul edək: $|AB|$ - AB borusunun uzunluğu, u_k -boruda hərəkət edən istilik daşıyıcısının sürəti, $|AB|/u_k = \tau_k$ - A nöqtəsindən çıxan istilikdaşıyıcısı T_0 temperaturu ilə BC cəryan xəttinin B başlanğıc nöqtəsinə çatma zamanıdır.

İndi isə BC elementinin istilikkeçirmə riyazi modelinə baxaq. Tutaq ki, $T_k(V_k, t)$ axtardığımız temperaturdur, $V_k \geq 0$ isə həcmnin koordinat nöqtəsidir və aşağıdakı kimi dəyişir: $0 \leq V_k \leq L_k$ (BC). Onda

$$\frac{\partial T_k}{\partial t} + U_k \frac{\partial T_k}{\partial V_k} = F(t, c_k, \rho_k, V_k, T_k, T_{k-1}, F_k, Q_k), \quad (5)$$

sərhəd və başlanğıc şərtlər isə aşağıdakı kimi olar

$$T_k(V_k, 0) = c \quad (c = const), \quad \text{burada } k \in B, \quad B \subset \Omega, \quad (6)$$

$$T_k(0, t) = T_{k-1}(L_{k-1}, t - \tau), \quad 0 \leq V_k \leq L \quad (7)$$

Bu şərtlərdən görünür ki, BC elementinin t zamanında V_0 başlanğıc qiyməti, EA elementinin sonunda olan $(t - \tau)$ zamanındakı istiliktir. Belə gecikməni nəqliyyat gecikməsi adlandırmaq. İstilik-rütubət şəbəkəsi özündə çoxlu sayda nəqliyyat gecikməsi olan element saxlaya bilər. Buna görə də belə sahələri identifikasiya(ayırma) etmək lazımdır. Şəbəkədə olan elementlər arasında aşağıdakı kimi gecikmə ola bilər.

Tutaq ki, $x_k > 0$ k -cı borunun uzunluğudur, o iki cəryan xəttini birləşdirir, u_k -boruda hərəkət edən istilik daşıyıcısının sürətidir, Δt_k - zamana görə inteqrallama addımıdır, onda aşağıdakı iki variant mövcudur.

- 1) Əgər borunun uzunluğu $x_k < u_k$ olarsa, onda cərəyan xəttində gecikmə baş vermir.
- 2) Tutaq ki, $x_k > u_k$ və $x_k / u_k = \tau_k$ (gecikmə zamanı adlanır). Əgər $\Delta t_k \leq \tau_k$, onda V_k sahəsində gecikmə baş verir.

Məsələnin həlli

İndi isə verilmiş şəbəkəyə uyğun gecikməni nəzərə alan alqoritmi təqdim edək.

V_k cəryan xətti elementində gecikməni nəzərə almaq üçün aşağıdakı istilik-rütubət modelinə baxaq

$$\frac{\partial T_k}{\partial t} + U_k \frac{\partial T_k}{\partial V_k} = F(t, c_k, \rho_k, V_k, T_k, T_{k-1}, F_k, Q_k), \quad (8)$$

sərhəd və başlanğıc şərtlər isə aşağıdakı kimi olur

$$T_k(V_k, 0) = c \quad (c = const), \quad \text{burada } k \in B, \quad B \subset \Omega, \quad (9)$$

$$T_k(0, t_k) = T_{k-1}(L_{k-1}, t_k - \tau_k), \quad 0 \leq V_k \leq L_k \quad (10)$$

Burada $(k-1)$ özündən əvvəlki elementin nömrəsidir:

τ_k - gecikmə zamanı, Q_k isə V_k -ya təsir edən xarici mənbə, L_k, V_k elementinin uzunluğu, V_0, V_k

elementinin başlanğıc nöqtəsi, x_k isə V_{k-1} və V_k elementlərini birləşdirən borunun uzunluğudur.

Alqoritm:

1. hər bir element üçün, zamana və həcmə görə inteqrallama addımının təyini;
2. hansı elementlərdə gecikmə baş verirsə, o elementlərin identifikasiya edilməsi;
3. bu elementlər üçün nəqliyyat gecikməsini $x_k/u_k = \tau_k$ hesablamalı;
4. inteqrallama addımı ilə, gecikmə addımının müqayisəsi;
5. gecikmənin sərhəd şərtini hesabladıqda (10) düsturundan istifadə etməli.

Verilmiş kompleks məsələni həll etmək üçün (8)-(10) tənliklər sistemini aşkar və qeyri-aşkar fərq sxemlərinin köməyi ilə aşağıdakı kimi aproksimasiya edirik.

(8) tənliyinə başlanğıc və sərhəd şərtləri də daxil olmaqla aşkar `sol künc` sxemini tətbiq edək:

$$T^k(V_k, 0) = c, \quad (c = \text{const}),$$

$$T^k(0, t) = T^{k-1}(L_k, t_k - \tau_k), \quad 0 \leq V_k \leq L_k,$$

Onda alarıq:

$$\frac{T_{i,j+1}^k - T_{i,j}^k}{e} + U_k \frac{T_{i,j}^k - T_{i-1,j}^k}{h} = F_1(t, c_k, \rho_k, V_k, T^k, T^{k-1}, F_k, Q_k), \quad (11)$$

başlanğıc və sərhəd şərtləri bu şəkildə olar:

$$T_{i-1,0}^k = c \quad (c = \text{const}),$$

$$T_{0,j}^k = T_{M_k,j}^{k-1}, \quad (i = \overline{1, M_k}), \quad (j = \overline{1, 2, \dots}), \quad (12)$$

burada $i, j - (V, t)$ ikiölçülü oblastın düyün nöqtələridir, k -elementin nömrəsidir, $M_k = \frac{L_k}{h}$.

Fərq sxeminin dayanıqlığına baxsaq alarıq ki, $R = U_k \frac{l}{h} \leq 1$ qiymətində şəbəkə dayanıqlıdır, l - zamana görə addım, h - V uzunluğuna görə addımdır.

Əgər (8) tənliyinə üçnöqtəli qeyri aşkar "sol künc" sxemini tətbiq etsək, alarıq:

$$\frac{T_{i,j+1}^k - T_{i,j}^k}{l} + U_k \frac{T_{i,j+1}^k - T_{i-1,j+1}^k}{h} = F(t, c_k, \rho_k, V_k, T_{i,j}^k, T_{i,j}^{k-1}, F_k, Q_k), \quad (13)$$

buradan isə

$$\left(1 + \frac{U_k l}{h}\right) T_{i,j+1}^k - \frac{U_k l}{h} T_{i-1,j+1}^k = T_{i,j}^k + l F(t, c_k, \rho_k, V_k, T_{i,j}^k, T_{i,j}^{k-1}, F_k, Q_k), \quad (14)$$

alarıq.

Harmonik həyacanlanmaya görə dəqiqliyi yoxlasaq, alarıq ki, $\lambda = [1 + R - \text{Re} xp(i\omega h)]^{-1}$. Buradan alınır ki, istənilən kiçik λ üçün $|\lambda| \geq 1$ olduqda sxem şərtsiz dayanıqlıdır. Bu sxemin aproksimasiya xətası $O(l + h)$ -a bərabərdir.

Alınmış fərq tənlikləri aralıq köməkçi cədvəllərin köməyi ilə avtomatik olaraq kompüterin

köməyi ilə qurulur və sonda məlum üsullar vasitəsi ilə (Qauss, qovma və s.) həll edilir. Məsələnin özü böyük ölçülü olduğundan, zamana görə addımı çox kiçik götürmək olmaz, əks halda bu tənliklərin sayını daha da artırmış olar, bu isə həll prosesini çətinləşdirə bilər. [5]-də kompleks məsələnin ölçüsünü azaltmaq üçün bir neçə yanaşma göstərilmişdir ki, bu zaman dayanıqlıq üçün Kurant şərti ciddi gözlənilməlidir.

Nəticə

Beləliklə, alınmış nəticələrin təhlili göstərir ki, kompleks məsələnin həllində qeyri aşkar sxemin tətbiq edilməsi yaxşı nəticə vermir. Kompleks məsələnin həllində nəqliyyat gecikməsini və [5]-də təklif olunan üsulları nəzərə almaqla məsələnin ölçüsünü azaldıb daha dəqiq həll etmək olur. Verilmiş proses üçün aparılmış təqribi hesablamaların nəticəsi Cədvəl 1.-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1. Aşkar şəbəkə "sol künc"

Elementin №	Hesablama vaxtı (1dəq.)	Elementin başlanğıc vəziyyəti	Elementin başlanğıcında Temperaturun qiyməti	Elementin ortasında temperaturun qiyməti	Elementin sonunda temperaturun qiyməti
1	2	3	4	5	6
1.	60	283	297,16	297,20	297,25
2.	60	283	297,25	297,24	297,24
3.	60	283	297,24	297,24	297,24
4.	60	283	297,24	297,20	297,17

ƏDƏBİYYAT

1. Patankar S. Chislennyye metody resheniya zadach teploobmena i dinamika zhidkosti. – M.: Energoizdat, 1984.
2. Stepanenko V.M., Lykosov V.N. Chislennoye modelirovaniye protsessov teplovlogoobmena v sisteme vodoyem-grunt. Meteorologiya i gidrologiya, 2005, №3, s.95-104.
3. Stepanenko V.M., Chislennaya model' protsessov teplovlogoobmena v sisteme atmosfera – vodoyem – pochva. Vychislitel'nyye tekhnologii, 2004, t.9, chast' 1., s.112-122 1984.
4. Novruzbekov I.G., Kasumov K.G. Issledovaniye sistem obespecheniya teplovogo rezhima., Izvestiya AN Az.SSR, 1987-№3, s.99-104.
5. Kasumov K.G, Kerimov V.A. Podkhod k avtomatizatsii chislennogo rascheta sostayaniya protsessov teploobmena v zamknutykh apparatakh. IANAA,2010, №4(13),s.42-49.
6. Kasumov K.G. Ob odnom sistemnom podkhode rascheta i avtomatizatsii protsessov teplovlogoobmena v zamknutykh apparatakh. Izvestiya VTUZA, 2009- №3, s.46-49.

РАСЧЕТ ТЕПЛОВЛАЖНООБМЕНА В ЗАМКНУТОМ АППАРАТЕ С УЧЕТОМ ЗАДЕРЖКИ ТРАНСПОРТКИ

Гасымов Гасым¹, Айбениз Алиева²

¹Доцент кафедры «Общая и прикладная математика». Электронная почта: q.qasim56@gmail.com

²Магистр, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности.

Электронная почта: aybeniz.aliyeva01@icloud.com

РЕЗЮМЕ

Изучен процесс изменения температуры и влажности, происходящий в показанном в работе замкнутый аппарате (ЗА). Это часть общего тепловлажностного процесса [4]. ЗА состоит из различных типов элементов. Одним из типов этих элементов являются обтекаемые элементы. Линия электропередачи – это линия определенной длины, по которой протекает вода, газ и т. д. происходит направленное движение теплоносителей. При этом движении возникает определенная транспортная задержка, когда тепло и влага передаются с одной линии тока на другую линию тока. Поскольку ЗА состоит из большого количества таких элементов, а сумма этих задержек влияет на общее изменение температуры-влажности в конце, это один из важных вопросов, который следует учитывать при расчете.

Ключевые слова: замкнутый аппарат, линии тока, транспортное запаздывание, идентификация, разностные схемы, комплексная система.

CALCULATION OF THE HEAT-HUMIDITY CHANGE IN A CLOSED APPARATUS WITH CONSIDERATION OF TRANSPORT DELAY

Gasimov Gasim¹, Aybeniz Aliyev²

¹Associate Professor of the Department of General and Applied Mathematics. Email: q.qasim56@gmail.com

²Master, Azerbaijan State University of Oil and Industry.

Email: aybeniz.aliyeva01@icloud.com

ABSTRACT

The process of changing temperature and humidity, which occurs in the closed apparatus shown in the work (CD), is studied. This is part of the general heat-moisture process [4]. CD consists of various types of elements. One of the types of these elements are flow-through elements. An electric transmission line is a line of a certain length along which water, gas, etc. flow. d. directional movement of heat carriers occurs. With this movement, a certain transport delay occurs when heat and moisture are transferred from one current line to another current line. Since CD consists of a large number of such elements, and the sum of these delays affects the overall temperature-humidity change at the end, this is one of the important issues that should be taken into account when calculating.

Keywords: closed apparatus, current, line, transportation lag, identification, difference schemes, complex system.



TƏMİR İŞLƏRİNDƏ PAKERİN NASOS-KOMPRESSOR BORULARI SİSTEMİNİN DAYANIQLIĞININ İTİRİLMƏ EFFEKTİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

Niyaz Zeynalov

Müəllim, “Sənaye maşınları” kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, dissertant, Azərbaycan.E-mail:niyaz.zeynalov@asoiu.edu.az, <https://orcid.org/0000-0003-1164-3258>

XÜLASƏ

Təmir quyularının istismar kəmərlərinin qəzalarının təhlili göstərir ki, kəmərin iş qabiliyyətinin itirilməsinin əsas səbəbi ona təsir edən əlavə yaranan gərginliklərdir, bunun nəticəsində kəmərdə uzununa, eninə dağılma, yiv birləşmələrinin hermetikliyinin itirilməsi, dağılması, əzilməsi baş verir. Ona görə pakeri quyuya buraxılmamışdan əvvəl bu yoxlanılmalıdır. Pakerə onun kəmərdə oturdulması üçün yük mexaniki və ya hidravliki yolla tətbiq olunur. Bu qüvvələrin pakerə, həm də onun kipləndiricilərinə statik deyil, dinamik vəziyyətdə tətbiq olunduğu məlumdur. Lakin müəyyən yollarla bunun zərərli xarakterinin söndürülməsinə olan yanaşmalar kifayət deyil. Bu məqsədlə pakerin quyuda rəvan – “tarazlaşdırılmış oturdulması” –(pakerin quyuya endirilməsi, onun kipləndiricilərinin kəmərdə oturdulması, pakerin quyudan çıxarılması (azad olunması) daxildir) vacibdir.

Açar sözlər: oxboyu əyilmə, filtr zona, paker, nasos-kompresor boruları, sıxıcı qüvvə.

Problemin aktuallığı

Təmir quyularının istismar kəmərlərinin qəzalarının təhlili göstərir ki, kəmərin iş qabiliyyətinin itirilməsinin əsas səbəbi ona təsir edən əlavə yaranan gərginliklərdir, bunun nəticəsində kəmərdə uzununa, eninə dağılma, yiv birləşmələrinin hermetikliyinin itirilməsi, dağılması, əzilməsi baş verir. Ona görə pakeri quyuya buraxılmamışdan əvvəl bu yoxlanılmalıdır. Məlumdur ki, istismar kəməri qazma quyusuna endirildikdə onun ətrafında dağ süxuru və sement həlqəsindən özlülü-elastiki vəziyyət yaranır. Quyularda filtr zonada müəyyən təmir işləri aparılması məqsədi ilə kəmərin bu zonasının pakerlə kipləndirilməsində nasos-kompresor boruları pakerə bağlandığından borularda oxboyu əyilmə yaranır. Bu kəmərin filtr zonada yerdəyişməsindən kəmərin özündə də yarana bilər. Quyularda (təmir quyularında) pakerin oturdulmasının dayanıqlığını təmin etmək üçün pakerin quyuya kiçik sürətlə buraxılmasını təmin etmək lazımdır.

İşin məqsədi

Quyularda təmir işləri zamanı nasos kompresor borularının pakerə bağlandıqdan sonra oxboyu əyilmə yaradıb profilaktik işlərdə effektivliyi artırmaq.

Tədqiqat işinin aparılması

Bu məqalədə pakerin oturdulması prinsipindən asılı olaraq qüvvənin dinamik effektinin yumşaldılması tədbirlərinə baxılıb. Qüvvənin pakerə verilmə xarakterinə kifayət qədər baxılmayıb. Bu zaman kəmərlüləsi üç zonaya bölünür:

- 1) istismar kəmərinin r_0 və r_1 radiusları arasındakı zona;
- 2) r_1 və r_2 radiusları ilə kəmərin sementlə əhatələnən zonası;

3) dağ süxuru massivinin kəməri həyəcanlandırıcı təsiri – r_3 və r_4 radiusları arasındakı zona. Onda istismar kəmərinə xaricdən təsir edən dağ süxuru və sement həlqəsindən (örtüyündən) yük aşağıdakı kimi təyin edilir.

Deməli, pakerə onun kəmərdə oturdulması üçün yük mexaniki və ya hidravliki yolla tətbiq olunur. Bu qüvvələrin pakerə, həm də onun kipləndiricilərinə statik deyil, dinamik vəziyyətdə tətbiq olunduğu məlumdur. Lakin müəyyən yollarla bunun zərərli xarakterinin söndürülməsinə olan yanaşmalar kifayət deyil. Bu məqsədlə pakerin quyuda rəvan – “tarazlaşdırılmış oturdulması” – (pakerin quyuya endirilməsi, onun kipləndiricilərinin kəmərdə oturdulması, pakerin quyudan çıxarılması (azad olunması) daxildir) vacibdir.

Quyularda filtr zonada müəyyən təmir işləri aparılması məqsədi ilə kəmərin bu zonasının pakerlə kipləndirilməsində nasos-kompressor boruları pakerə bağlandığından borularda oxboyu əyilmə yaranır. Qeyd edək ki, bu kəmərin filtr zonada yerdəyişməsindən kəmərin özündə də yarana bilər (şəkl.1).

Paker kəmərdə oturulduqda onun kəmərdə dayaq edilməsi anında yaranan ilişmə qüvvəsi

$$N_i = \pi L_{pak} D \tau_0 \quad (1)$$

burada L_{pak} – paker oturdulan yerə qədər məsafə, D_{pak} – pakerin bağlandığı borunun diametri ; τ_0 – kəmərdə arxasındakı sement örtüyünün sürüşmədə gərginliyidir.

Borulara paker oturdulan yerdə Q_{pak} oxboyu sıxıcı qüvvə təsir edəcək:

$$Q_{pak} = \Delta Q_\alpha - N_\tau \quad (2)$$

burada ΔQ_α – filtr zonadan (laydakı təzyiqlər fərqi) yaranaraq başmağa, filtrə, kəmərdə və paker-borular sisteminə düşən əlavə sıxıcı qüvvədir:

$$\Delta Q_{ox} = \frac{\pi}{4} \cdot D_{pak}^2 (P_{lay} - P_{filtr}) \quad (3)$$

burada P_{lay} – lay təzyiqi; P_{filtr} – filtrdə olan təzyiq.

Məsələn həll etmək üçün qəbul edirik ki, borularda başlanğıc (ilkin) əyrilik vardır və aşağı ucu pakerlə (DÜİST 632-80) bağlanılıb (hərəkətsizdir) (şəkl.1) onda başlanğıc şərtlər belə yazıla bilər:

$X=0$ olanda $f_{ay}=0$

$$X = \pm L_{pak}/2 \text{ olanda} \quad \frac{dS_{ay}}{dx} = 0 \quad (4)$$

Burada S_{ay} – boruların yüklənmə vaxtı əlavə əyintisidir. Onda bizim hal üçün Eyer kriteriyasına görə kritik yükü belə təyin edə bilərik:

$$P_{kr} = \frac{4\pi^2 EJ}{l_{fil}} \quad (5)$$

Burada J – ətalət momentidir:

$$J = \frac{\pi d^3 \delta}{8}$$

QOST 632-64-ə əsasən əlavə sıxıcı yükə borularda əyilmə gərginlikləri yaranır:

$$Q_{ox} < P_{kr} = \frac{4\pi^2 EJ}{L_{pak}^2} \quad (6)$$

İlkin vəziyyətdə boruların əyintisi aşağıdakı kimi təyin edilir:



$$S_0 = \frac{f_{\partial y}}{2} \left(1 + \cos \frac{2\pi \cdot x}{l_{filtr}} \right) \quad (7)$$

Əgər əyilmiş borular sıxıcı qüvvələrin təsiri altında olarsa, əyilmiş xəttin diferensial tənliyi belə olacaq:

$$EJ \frac{d^2 S_{\partial y}}{dx^2} + \Delta Q_{ox} S_{\partial y} \frac{d^2 S_{\partial y}}{dx^2} = -\Delta Q_{ox} \frac{d^2 f_{\partial y}}{dx^2} \quad (8)$$

(8) tənliyini iki dəfə inteqrallasaq alarıq :

$$EJ \frac{d^2 \sigma_{\partial y}}{dx^2} + \Delta Q_{ox} f_{\partial y} = -\Delta Q_{ox} \cdot S_0 + A' + B'x \quad (9)$$

Bu tənliyin ümumi həlli belə axtarılır:

$$S_{\partial y} = C \sin kx + D \cos kx + A' + Bx + f_{\partial y} \quad (10)$$

burada

$$k = \sqrt{\frac{\Delta Q_{ox}}{EJ}} \quad (11)$$

Tənliyin xüsusi hal üçün həllini belə təyin edək:

$$f_y = A'' + B'' \cos \frac{2\pi X}{l_{pak}} \quad (12)$$

Necə ki

$$\begin{aligned} 4EJB'' \frac{\pi^2}{l_{fil}^2} \cdot \cos \frac{2\pi x}{L_{pak}} + \Delta Q_{ox} A'' + B'' \Delta Q_{ox} \cos^2 \frac{2\pi x}{l_{fil}} = \\ = -\frac{\Delta Q_{ox} f_0}{2} \cdot \left(1 + \cos \frac{2\pi x}{l_{fil}} \right) \end{aligned} \quad (13)$$

burada

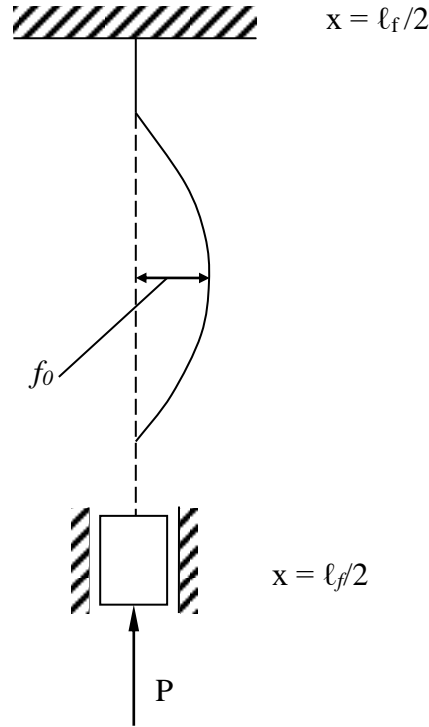
$$\begin{aligned} A'' = -\frac{f_0}{2} \\ B'' = \frac{\Delta Q_{ox}}{2 \left(4EJ \frac{\pi^2}{l_{fil}^2} - \Delta P_{ox} \right)} = \frac{f_0}{2 \left(\frac{P_{kp}}{\Delta Q_{ox}} - 1 \right)} \end{aligned}$$

İndi xüsusi həll bu şəkllə çevrilə bilər:

$$S_{\partial y} = \frac{f_0}{2(P_{kr} / \Delta Q_{ox} - 1)} - \frac{f_0}{2} \quad (14)$$

Onda (7) tənliyinin ümumi həlli:

$$S_{\partial y} = C \sin kx + D \cos kx + A + Bx + \frac{f_0 \cos \frac{2\pi x}{L_{pak}}}{2(P_{kr} / \Delta Q_{ox} - 1)} - \frac{f_0}{2} \quad (15)$$



Şəkil 1. Kəmərin filtrə yaxın zonasının deformasiyası

(9) sərhəd şərtlərindən A, B, C, D sabitlərini və $S_{\text{əy}}$ və $\frac{dS_{\text{əy}}}{dx}$ qiymətlərini (16)-da yerinə yazsaq

$$2D \cos \frac{kl}{2} + 2A - f_0 - \frac{f_0}{P_{kr} / \Delta Q_{ox} - 1} = 0$$

$$2C \sin \frac{kl}{2} + Bl = 0 \quad (17)$$

$$2Ck \cos \frac{kl}{2} = 0$$

$$2Dk \sin \frac{l}{2} = 0$$

Burada l-aşağı məsaməsiz horizontun uzunluğudur.

(17) tənliklərindən alırıq

$$A = \frac{f_0}{2} \left(1 + \frac{1}{(P_{kr} / \Delta Q_{ox} - 1)} \right) \quad (18)$$

$$B = C = D = 0$$

Onda (15) tənliyindən son nəticə olaraq alırıq:

$$S_{\text{əy}} = \frac{f_0}{2(P_{kr} / \Delta Q_{ok} - 1)} \left(1 + \cos \frac{2\pi x}{l_{fil}} \right) \quad (19)$$

Həmçinin əlavə əyintinin $\Delta f_{\text{əy}}$ qiymətini də təyin edə bilərik:



$$\Delta f = \frac{f_0}{(P_{kr} / \Delta Q_{ox} - 1)} \quad (20)$$

Onda boruların tam əyintisi:

$$f_1 = f_0 + \Delta f_{\partial y} \quad (21)$$

$$\Delta f_{\partial y} = \frac{f_0}{(1 - \Delta Q_{ox} / P_{kr})}$$

Buradan

$$\Delta Q_{ox} = P_{kr} \left(1 - \frac{f_0}{f_1}\right) \quad (22)$$

Sıxıcı qüvvədən əmələ gələn əyici moment

$$M = EJ \frac{d^2 f_{\partial y}}{dx^2} = -\frac{P_{kr} \cdot Q_{ox} \cdot f_0}{2(P_{kr} - \Delta Q_{ox})} \cos \frac{2\pi x}{l_{fil}} \quad (23)$$

$M = \psi(x)$ şərh edib, bu funksiyanın ekstremal qiymətlərini təyin edək.

$$\frac{d\varphi}{dx} = 0 \quad \sin 2\pi x / L_{pak} = 0 \quad (24)$$

Buradan $x=0, x = \pm l_{fil} / 2$

Deməli, dağıdıcı moment özünün ekstremal qiymətinə yükün dağıdıcı qiymətlərində üç nöqtədə çatır:

$x = l_{fil}/2; x = -l_{fil}/2$ və mütləq qiyməti

$$M = \left| \frac{\Delta Q_{ox} \cdot P_{kr} \cdot f_0}{2(P_{kr} - \Delta Q_{ox})} \right| \quad (25)$$

Oxboyu əyici yüklərdən yaranan gərginliyin ekstremal qiyməti

$$\sigma_{\max} = \frac{\Delta Q_{ox}}{F} + \frac{M}{W} \quad (26)$$

Burada W – müqavimət moment olub

$$W = \pi D^2 \delta_{boru} / 4$$

Onda $\sigma_{\max} = \sigma_{ax_s}$ və (25)-ə görə (26)-dan momentin qiymətinə əsasən sıxıcı qüvvəni təyin edək, hansı ki, bu $x=0, x=l_{fil}/2$ nöqtələrində gərginliyin materialı axma həddinə çatdıran qiyməti olacaq:

$$\Delta Q_{ox} = \frac{P_{kr} + \sigma_{ax} F + \frac{P_{kr} f_0 \cdot F}{2W}}{2} - \sqrt{\frac{(P_{kr} + \sigma_{ax} F + \frac{P_{kr} \cdot f_0 \cdot F}{2W})^2}{4} \cdot P_{kr} \cdot \sigma_{ax} \cdot F} \quad (27)$$

f_1 - əyintisinin maksimum qiymətini (25), (26)-dan təyin edək: çünki, $f_0 = f_1(1 - \Delta Q_{ox} / P_{kr})$ olduğunu bilirik.

Onda momenti f_1 - əyintisindən asılı olaraq belə təyin edə bilərik:

$$M = \pm \Delta Q_{ox} \frac{f_1}{2} \quad (28)$$

(20) və (21) tənliklərinin birgə həllindən (25)-5 nəzərə almaqla təyin edirik:



$$f_1 = \frac{\frac{2W}{F} - f_0 - \frac{2W \cdot \sigma_{S(ax)}}{P_{kr}}}{2} - \sqrt{\left(\frac{\frac{2W}{F} - f_0 - \frac{2W \cdot \sigma_{S(ax)}}{P_{kr}}}{2}\right)^2 + \frac{2Wf_0}{F}} \quad (29)$$

(21) və (22) ifadəsi ilə paker boruları üçün ($\varnothing 73$ mm-lik) (qalınlığı 7 mm), $E=2,1 \cdot 10^5$ MPa, $\sigma_{ax}=380$ MPa, $f_0=3 \cdot 10^{-2}$ m qiymətlərində hesablamaların qiymətləri: $P_{kr} = 4\pi^2 EJ / l_{fil}$ görə: kqq – 27300 ΔQ_{ok} , kqq 24150, (2) f_1 , mm-lə(28)-ə görə 256 olacaqdır.

Nəticə

Quyularda filtr zonada müəyyən təmir işləri aparılması məqsədi ilə kəmərin filtrə yaxın zonasının pakerlə kipləndirilməsində nasos-kompresor boruları pakerə bağlandığından borularda oxboyu əyilmə yaranır.

ƏDƏBİYYAT

1. Aslanov C.N. va bashgalari, Mashin qurgu va avadanliqlarin layihalandirilmesi. Baki 2020.
2. Aslanov Dzhamaladdin Nuraddin, Zeynalov Niyaz Alimusa Uovershenstvovaniye konstruksii zadvizhek vysokogo davleniya. Mezhdunarodnyy tsentr nauchnoyo sotrudnichestva «Nauka i prosveshcheniye» LUCHSHAYA NAUCHNAYA STAT'YA 2018.sbornik statey XVI Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa, sostoyavshegosya 30 aprelya 2018 g. v g. Penza. MTSNS «NAUKA I PROSVESHCHENIYE» 2018.,
3. Aslanov J.N. Valve, Useful model. State Standardization Metrology Agency for Patent, №2020 0018.2016
4. Aslanov J.N. Series produced by the shield-saddle bridge valves obstructive structures for improved wear resistance tested in pairs and strategy of the gate valves' gates. Program methodology. AZİNMAŞ. Baki 2014.
5. Aslanov J.N., Mammadov KH.S. Increasing improved plug valve's efficiency. Science, Technology and Higher Education", Canada.2015.
6. Aslanov J.N. Best calculation for stress held of sealinsargangement from rubber-composition materials of wellheard equipment./Aslanov J.N.// Materials of the XII International research and practicl conference. - Germany.:Vela Verlag Waodkcaiburg-Munich , 2015-p.p 31-34.
7. Wahl, L., Maas, S., Waldmann, D., Zürbes, A., Frères, P. (2012). Shear stresses in honeycomb sandwich plates: Analytical solution, finite element method and experimental verification. Journal of Sandwich Structures & Materials, 14 (4), 449–468.
8. Krzyżak, A., Mazur, M., Gajewski, M., Drozd, K., Komorek, A., Przybyłek, P. (2016). Sandwich Structured Composites for Aeronautics: Methods of Manufacturing Affecting Some.
9. Mechanical Properties. International Journal of Aerospace Engineering, 2016, 1–10.

10. Zhang, Q., Yang, X., Li, P., Huang, G., Feng, S., Shen, C. et. al. (2015). Bioinspired engineering of honeycomb structure – Using nature to inspire human innovation. *Progress in Materials Science*, 74, 332–400.
11. Aslanov, J. N. (2017). Valve, Useful model. State Standardization Metrology Agency for Pat. No. U20160018. Official bulletin,
12. Davydova, M. L., Haldeeva, A. R. (2014). Modifikatsiya reziny na osnove butadien-nitril'nogo kauchuka termorasshirenym grafitom. *Himiya: Obrazovanie, nauka, tehnologiya. Sbornik trudov vsrossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s elementami nauchnoy shkoly. Yakutsk*, 265–270. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22436979>
13. Aslanov, J. N. (2020). New model rubber matrix for connectors application of sealers. *Equipment. Technologies. Materials*, 3, 16. Available at: <http://emtasoiu.com/index.php/en/2-uncategorised/80-new-model-rubber-matrix-for-connectors-application-of-sealers>
14. Nuraddin, A. J., Baxman, S. A. (2018). Forecasting of Improved Straightforward Valves Technical Condition Using Fuzzy Inference Models. *IFAC-PapersOnLine*, 51 (30), 12–14.
15. Mamedov, V. T., Mamedov, G. A., Aslanov, J. N. (2020). Stress-Strain State of Sealing Rubber Membranes at Large Deformations. *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*, 61 (2), 286–291.
16. Shear modulus, G. (2019). *IUPAC Compendium of Chemical Terminology*.
17. Nuraddin, A. J., Baxman, S. A., Abulfas, H. I. (2019). Model Design For Predicting The Efficiency Of Improved Valve Constructions During Statistical Data Based Exploitation. *IFAC-PapersOnLine*, 52 (25), 547–550.
18. Formation Damage Assessment of High pH and Salinity Completion Fluids in Gas Wells M Khaldi, B Hamzaoui, A Al-Rustum, H Al-Badairy. *Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference*, 2017

STUDY OF THE INFLUENCE OF PUMP-COMPRESSOR STABILITY LOSS PACKER PIPELINE SYSTEM DURING REPAIR WORK

Niyaz Zeynalov

Teacher, “Industrial machines” department, Azerbaijan State Oil and Industry University, dissertant, Azerbaijan.
E-mail: niyaz.zeynalov@asoiu.edu.az, <https://orcid.org/0000-0003-1164-3258>

ABSTRACT

Analysis of accidents in repair pipelines of repair wells shows that the main reason for the loss of serviceability of the pipeline is the additional stress acting on it, which results in longitudinal and transverse destruction of the pipeline and loss of tightness. The groove joints are destroyed and crushed. Therefore, this should be checked before the packer is dropped into the well. A mechanical or hydraulic load is applied to the packer to seat it on the belt. It is known that these forces are applied to the packer, as well as to its components, not under static, but under dynamic conditions. However, approaches to extinguishing its shock character in certain ways are not

enough. To do this, it is important to ensure a smooth - “balanced landing” of the packer in the well (including lowering the packer into the well, placing its fasteners on the belt, removing (releasing) the packer from the well).

Keywords: axial bending, filter zone, packer, pump and compressor pipes, compressive force.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ПАКЕРНОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ НАСОС-КОМПРЕССОР ПРИ РЕМОНТНЫХ РАБОТАХ

Нияз Зейналов

Ассистент, кафедра, “Промышленные машины”, Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности. Email: niyaz.zeynalov@asoiu.edu.az, <https://orcid.org/0000-0003-1164-3258>

РЕЗЮМЕ

Анализ аварий в ремонтных трубопроводах ремонтных скважин показывает, что основной причиной потери работоспособности трубопровода является действующее на него дополнительное напряжение, которое приводит к продольному и поперечному разрушению трубопровода и потере герметичности. Пазовые соединения разрушаются и раздавливаются. Поэтому это следует проверить до того, как пакер будет сброшен в скважину. К пакеру прикладывается механическая или гидравлическая нагрузка, чтобы посадить его на ленту. Известно, что эти силы действуют на пакер, как и на его составные части, не в статических, а в динамических условиях. Однако подходов к определённым путям тушения её шокового характера недостаточно. Для этого важно обеспечить плавную – «сбалансированную посадку» пакера в скважину (в том числе опускание пакера в скважину, установку его креплений на пояс, извлечение (освобождение) пакера из скважины).

Ключевые слова: осевой изгиб, зона фильтра, пакер, насосно-компрессорные трубы, сжимающая сила.

МОДИФИКАЦИЯ КЛАПАНА НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО НАСОСА

Ибрагим Габиров¹, Дума Дмитрий²

¹Профессор, кафедра «Промышленные машины», Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Азербайджан. E-mail: h.ibo@mail.ru.

²Магистрант, Нефтемеханический факультет, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Азербайджан. E-mail: dimaduma2000@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Известно, что буровые и нефтепромысловые насосы высокого давления, используемые в бурении скважин и добыче нефти, имеют сходный принцип действия и работают в тяжелых условиях эксплуатации. Отличительными их особенностями являются высокие давления нагнетания, перекачка различных вязких жидкостей: глинистых, цементных, кислотных и других растворов, содержащих, как правило, абразивные частицы.

Результатам исследований установлено, что детали гидравлической части буровых и нефтепромысловых насосов имеют низкие наработки до отказа. Кроме этого установлен, что надежности и долговечности указанных насосов во много определяется сроком службы узла клапанов. Статистические параметры распределения отказов клапанов составляют:

$\bar{T}_1 = 72,5$ часов $\sigma = 55,8$ часов и $V = \frac{\sigma}{\bar{T}_1} = 0,77$. Закон распределения отказов-

экспоненциальный.

В данной статье представлены и рассмотрены основные проблемы клапанов нефтепромысловых насосов, которые предназначены для подъема сырой нефти из скважины для последующей обработки, подъема пластовой воды, поддержания пластового давления в скважине, с помощью них производят очистку химическим ингибиторами для очистки коррозии и отложений. Клапаны данных насосов работают при высоких нагрузках и под большим давлением, что приводит к износу его уплотнительной части.

Ключевые слова: нефтепромысловый насос, тарельчатый клапан, износ, уплотнитель.

Введение

Благодаря простоте и надежности работы нефтепромысловые насосы нашли широкое применение в нефтяной, газовой и нефтехимической отраслях промышленности. Все основные технологические процессы, которых связаны с перекачкой по трубопроводам различных жидкостей.

В бурении газовых и нефтяных скважин нефтепромысловые насосы имеют важное значение. Данные насосы используются для добычи сырой нефти, циркуляции и подачи воды и химических насосов.

По причине того, что в нефтяной промышленности на каждом этапе и участке используются нефтепромысловые насосы, дальнейшее улучшение их и их узлов является важной задачей нефтяной промышленности.

В нефтепромысловых насосах основная доля отказов приходится на их гидравлическую часть. В связи с тем, что рабочие среды содержат агрессивные и абразив содержащие частицы и при работе под высоким давлением долговечность и работоспособность деталей

гидравлической части насосов.

Важнейшим элементом гидравлической части нефтепромысловых насосов являются клапаны. В нефтепромысловых поршневых насосах используются клапаны тарельчатого типа, в которых основному износу и выходу из строя подвергается его уплотнительная часть.

Основная часть

Нефтепромысловые насосы – это гидравлические машины объемного воздействия, принцип работы которых основан на вытеснении жидкости из рабочей полости исполнительным органом, выполняющим возвратно – поступательное движение. Основными видами нефтепромысловых насосов являются насосы плунжерного и поршневого типа.

Детали и узлы гидравлической части нефтепромысловых насосов испытывают коррозионно-абразивный, абразивный, а также коррозионно-механический износ, что приводит к неожиданным отказам, которые сопровождаются внезапными авариями, которые в свою очередь сопровождаются потерей времени и затрат на ремонт.

На территории Азербайджана в настоящее время на газовых и нефтяных месторождениях эксплуатируются в основном нефтепромысловые насосы триплексного типа, произведенные различными заводами, такими как “ Weatherford International” (Техас, США), “ National Oilwell Varco (NOV) ” (Техас, США), “ Baker Hughes ” (Техас, США), “Borets” (Москва, Россия), “Weir Group” (Глазго, Шотландия), “Novomet” (Пермь, Россия). В основном для бесперебойного функционирования нефтепромысловых насосов, клапаны этих насосов должны соответствовать следующим основным критериям и требованиям:

1. Гарантировать плотность в закрытом положении.
2. Иметь высокую износостойкость и долговечность.
3. Своевременно закрывать и открывать отверстие для прохождения жидкости.

Одним из потенциальных источников увеличения производительности является увеличение срока службы путем повышения долговечности узлов насоса. В среднем, примерно треть отказов буровых установок происходит из-за проблем с нефтепромысловыми насосами. Эффективность работы поршневых буровых насосов в значительной степени зависит от заменяемых компонентов гидравлической системы, таких как поршни, втулки цилиндров, уплотнения и клапаны.

Исследования и улучшения долговечности клапанов нефтепромысловых насосов, проведенные до настоящего момента, направлены на изучение механизмов уплотнения и износа. Целью этих работ является разработка средств для повышения долговечности клапанов. В настоящее время требования к поршневым насосам включают обеспечение основных эксплуатационных параметров, экономичности и долговечности, а также минимизацию шумности и виброактивности. Клапанные узлы являются одним из источников вибрации в гидравлической части поршневого насоса. Повышенная вибрация этих узлов может привести к преждевременному износу, поломкам деталей и перенапряжению элементов конструкции насоса. Однако существующие конструкции клапанов не решают эти проблемы.

Оба клапана, всасывающий и нагнетательный, подвергаются эрозионному и повреждающему воздействию потока нефтепродуктов. Нефтепродукт содержит шлам и

мусор, которые могут привести к разрушению деталей клапана (например, седел, штоков, элементов клапана, уплотнений, направляющих втулок, вкладышей, вкладышей износа и т.д.). Кроме того, нефтепромысловые насосы, которые могут перекачивать продукт со скоростью, 10-100 баррелей при давлении от 10 до 30 Мпа прижимают эрозионный раствор к деталям клапана с высокой скоростью, что усиливает разрушающее воздействие жидкости.

Многие клапаны, используемые в системах нефтепромысловых насосов, имеют направляющую внутри клапана, которая пересекает поток, или направляющие пальцы, идущие от элемента клапана к седлу клапана. Это обеспечивает правильное положение элемента клапана относительно седла для эффективного прилегания.

В большинстве клапанов идеальная посадочная поверхность седла клапана, на которую опирается клапанный элемент, и поверхность клапанного элемента, которая герметично прилегает к седлу клапана, должны быть плоскими. Направляющая или направляющие пальцы улучшают точность посадки плоской поверхности элемента клапана на плоскую поверхность седла клапана. В случае, если одна из поверхностей не является плоской или не параллельна другой, это может привести к неэффективной работе клапана. Поток бурового раствора через клапан может вызвать эрозию или повреждение посадочных поверхностей, мешая идеальному прилеганию плоскости к плоскости. Также возможны повреждения направляющей (например, ребра жесткости и канал для размещения штока из элемента клапана) или направляющих пальцев, что приводит к неправильной посадке на поверхности.

Иногда эрозия бурового раствора делает плоские посадочные поверхности неплоскими, что приводит к неэффективному уплотнению и закрытию клапанов. В результате многие системы буровых насосов вынуждены периодически ремонтировать или заменять всасывающие и нагнетательные клапаны из-за вышеописанных проблем.

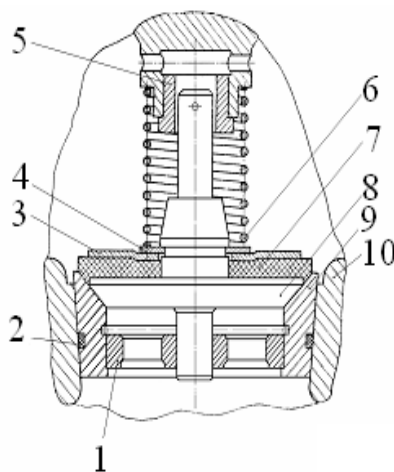


Рисунок 1. Тарельчатый клапан.

1 – крестовина, 2 – кольцо уплотнительное, 3 – шайба, 4 – кольцо стопорное, 5 – втулка, 6 – пружина, 7 – уплотнительное кольцо, 8 – тарелка, 9 – седло, 10 – гидравлическая коробка.

Устройства клапанов, применяемые в нефтепромысловых насосах, различаются в конструкции уплотнительных элементов, их расположении, методах крепления, а также в оформлении опорных и направляющих элементов.

Изучая условия эксплуатации и проводя анализ процесса износа клапанов нефтепромысловых насосов, можно выделить следующие области, на которых проявляется износ:

- на поверхностях направляющих элементов;
- на опорных и соединительных поверхностях;
- в уплотнительных устройствах.

Заключение

Путем изучения данной проблемы было понято, что износ резинового уплотнительного элемента клапана начинается с самых первых часов его работы. Таким участком является та часть его манжеты, которая находится на стыке седла с тарелкой. В тот момент, когда происходит закрытие самого клапана, расстояние между лотком и клапаном резко сокращается, что приводит к удару тарелки. Это может произойти в ситуациях, когда из-за инерции начинается обратный поток жидкости до того, как клапан успеет закрыться. Этот поток передвигает уплотняющийся элемент в уменьшающийся зазор. В результате такого движения возможно защемление резинового материала между металлическими поверхностями. При последующем закрытии тарелки с седлом и увеличении давления застрявший объем отделяется, что приводит к быстрому выходу уплотнения из строя. Также столкновения и удары могут вызвать повреждения основных и уплотненных металлических компонентов клапанного узла, приводя к их поломке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Babayev S.G., Gabibov I.A., Melikov R.KH. Osnovy teorii nadezhnosti neftepromyslovogo oborudovaniya. // Baku; izd. AGUNP, -2015, - 400s.
2. Babayev S. KH., Kershenbaum V.YA., Gabibov I.A. Evolyutsiya kachestva tribosopryazheniy neftegazovoy tekhniki. Moskva - Baku: NIN, 2018. - 516 s.
3. Babayev S.KH., Kershenbaum V.YA., Gabibov I.A. Evolyutsiya nadezhdy v kompleksakh «kachestvo-konkurentosposobnost'» neftepromyslovogo oborudovaniya. Moskva-Baku: NIN, 2020. - 416 s.
4. Babayev S.G., Gabibov I.A. Problemy kachestva, nadezhnosti i tekhnologichnosti neftegazopromyslovogo oborudovaniya. Baku, Izdatel'skiy dom AGUNP, 2022.- 327.



MODIFICATION OF THE OILFIELD PUMP VALVE

Ibrahim Habibov¹, Duma Dmitriy²

¹Professor, Department of "Industrial Machines", Azerbaijan State University Oil and Industry, Azerbaijan. E-mail: h.ibo@mail.ru.

²Master's degree, Faculty of Petroleum Mechanics, Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Azerbaijan. E-mail: dimaduma2000@gmail.com

ABSTRACT

It is known that high-pressure drilling and oilfield pumps used in well drilling and oil production have a similar principle of operation and operate under severe operating conditions. Their distinctive features are high injection pressures, pumping of various viscous liquids: clay, cement, acidic and other solutions containing, as a rule, abrasive particles.

According to the results of the research, it was found that the hydraulic parts of drilling and oilfield pumps have low operating times to failure. In addition, it has been established that the reliability and durability of these pumps is largely determined by the service life of the valve assembly. The statistical parameters of the valve failure distribution are: $\bar{T}_1 = 72,5$ hours, $\sigma = 55.8$

hours and $V = \frac{\sigma}{\bar{T}_1} = 0.77$. The law of failure distribution is exponential.

This article presents and discusses the main problems of valves of oilfield pumps, which are designed to lift crude oil from a well for subsequent processing, raise reservoir water, maintain reservoir pressure in the well, with the help of them, chemical inhibitors are cleaned to clean corrosion and deposits. The valves of these pumps operate at high loads and under high pressure, which leads to wear of its sealing part.

Keywords: oilfield pump, poppet valve, wear, sealer.

NEFTMƏDƏN NASOSUNUN KLAPANININ TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ

İbrahim Həbibov¹, Duma Dmitriy²

¹Professor, "Sənaye maşınları" kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan. E-mail: h.ibo@mail.ru.

²Magistrant, Neft-Mexanika fakültəsi, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan. E-mail: dimaduma2000@gmail.com

XÜLASƏ

Quyu qazma və neft hasilatında istifadə olunan yüksək təzyiqli qazma və neftmədən nasoslarının oxşar iş prinsipinə malik olduğu və ağır iş şəraitində işlədiyi məlumdur. Onların fərqli xüsusiyyətləri yüksək təzyiqli, müxtəlif özlüklü mayelərin vurulmasıdır: gil, sement məhlulu, turşu və bir qayda olaraq aşındırıcı hissəciklər olan digər məhlullar.

Tədqiqat nəticələrinə görə, qazma və neftmədən nasoslarının hidravlik hissəsinin hissələri kiçik resursa malikdir. Bundan əlavə, bu nasosların etibarlılığı və dayanıqlığı klapan qurğusunun xidmət müddəti ilə müəyyən edilir. İmtina səbəblərinin paylanması statistik parametrləri

bunlardır: $\bar{T}_1 = 72.5$ Saat. $\sigma = 55.8$ Saat və $V = \frac{\sigma}{T_1} = 0.77$. Uğursuzluqların paylanması Qanunu

eksponentdir.

Bu məqalədə xam neftin sonrakı emal üçün quyudan qaldırılması, mədən suyunun qaldırılması, quyuda təzyiqinin qorunması üçün nəzərdə tutulmuş neft yatağı nasos klapalarının əsas problemləri təqdim olunur və nəzərdən keçirilir, onların köməyi ilə korroziya və çöküntüləri təmizləmək üçün kimyəvi inhibitorlarla təmizlənilir. Bu nasosların klapaları yüksək yüklərdə və yüksək təzyiq altında işləyir, bu da onun sızdırmazlıq hissəsinin aşınmasına səbəb olur.

Açar sözlər: neft yatağı nasosu, qablaşdırma klapası, aşınma, möhür.

INCREASING THE PERFORMANCE OF CHRISTMAS TREES IN SANDY CONDITIONS

Zenfira Huseynli¹, Ali Mansurov², Gulshad Aghayeva³, Rovshana Aliyeva⁴

¹Associate professor, Industrial machines, Azerbaijan State Oil and Industry University, PhD in technology.

E-mail: huseynli_z@rambler.ru

²Master, Industrial machines, Azerbaijan State Oil and Industry University, E-mail: mansurovali2000@gmail.com

³Teacher, Industrial machines, Azerbaijan State Oil and Industry University.

⁴Laboratory assistant, Industrial machines, Azerbaijan State Oil and Industry University, laboratory assistant, E-mail: shana.azimli@mail.ru

ABSTRACT

The key reason to make this research is to find solutions for mechanical impurities, or commonly sand clogging in christmas trees. As it's known, christmas trees are equipment made for controlling flow of oil and gas, which consists of several gauges and valves for specific purposes. This equipment installed on wells are constantly clogged with various impurities. These mechanical consistency interrupt christmas tree's work and cause wears and tears which leads to failure of system and overall oil production delay. Thus, frequent maintenance is required. There are two main ways to release the clogging in wells: mechanical and chemical. In this research, mechanical way is applied. To improve and increase the performance of christmas trees, various types of filters are considered with their advantages and disadvantages according to previous experiences. Studies show that, for different type of wells different type of filters, separators etc. are used. Filters used to prevent sand particles are gravel filter, slot filter, perforated filter, wire well filter, well mesh filter, frame-rod filter, slot filter, support element filters and other filters which are considered in this research. According to the mesh principle, the filters which are a component of the ESP - are intended to prevent sand particles from entering the production stream by holding big particles and filtering the resulting liquid. To choose a filter with the best permeation rate and to stop particles larger than a specific size from penetrating, the size of the channels must be calculated. Modification and other movable factors are used to separate each group of filters.

Keywords: Christmas tree (oil and gas), mechanical impurities, sand, filter, oil well, separators.

Introduction

A piece of machinery that controls flow on an oil or gas well is called a "Christmas tree". It consists of vertical assembly of valves, including gauges and chokes. These valves allow for production-stimulating injections as well as modifications to flow control. As a result of wear and subsequent failure of subsurface equipment, the operation of wells throughout the later stages of field development is characterized by an increase in the volume of maintenance work. The procedure of removing mechanical contaminants (sand) into the well together with the produced products hinders the well's operation [1]. This phenomena is brought on by weak reservoirs, formations affected by depression and repression, and high formation fluid filtration rates in the vicinity of the wellbore, which results in collector destruction. When sand is removed from a weakly cemented reservoir, the components of centrifugal and sucker rod pumps, tubing, threaded connections, Christmas tree fittings, downhole filters becoming clogged with sand, and

sand plugs are all severely worn out. Sand plugs obstruct the perforation interval, causing the well's functioning to be disrupted. Sand plugs necessitate repair and isolation work using a lift, which includes shutting off the well, disconnecting downhole machinery, and cleaning the bottom of mechanical contaminants. The operation of wells made challenging by the removal of sand from a weakly cemented reservoir has seen extensive experience. The downhole equipment wear and tear caused by sand generation is one of the causes driving up the number of well workovers. There are two categories of sand-removal techniques: mechanical and chemical. In this research mechanical technique is applied. The most common, economically feasible and universal methods are technical developments to prevent or reduce the penetration of sand into the produced product, the working parts of the pump, into the internal cavity of tubing and other parts of the ESP assembly (ESP installation, Electric centrifugal pump installation) [2].

Ways to combat sand deposits include the use of the following equipment:

Filters:

- separators of mechanical impurities;
- sand anchors;
- wear-resistant equipment.

Filter

The filters are part of the ESP or housing (liner), designed to prevent sand particles from entering the production stream according to the mesh principle, retaining large particles and thereby filtering the resulting liquid. Filters, like any other device, have a number of requirements:

- introduction of hydrocarbons into the internal chamber of the pump;
- reduces the ability to create additional drag

Product line;

- protects submerged equipment from wear and tear.

To select a filter, it is necessary to calculate the size of the holes (passages) to have the best permeation rate and prevent the penetration of particles exceeding a certain size. Basically, the following types of filters can be used [2].:

- alluvial gravel
- wire
- grilles
- mesh sheets
- perforated
- slotted

Each group of filters is divided by modification and other changeable parameters. For maximum efficiency and reduced costs for experienced tests combined filters that combine several types of filters are used. The most common designs are frame-rod, ring and perforation filters (**Figure 1**). At the same time, a large number of filters are known, the principle of which is that formation particles are retained around the filter holes [3].

- 1) gravel filter
- 2) slot filter
- 3) perforated filter
- 4) wire well filter
- 5) well mesh filter
- 6) frame-rod filter diagram

7) slot filter

8) filter with support element

A large number of filters are known, the principle of which is that formation particles are retained around the filter holes.

Such anti-sand structures include:

- wire filters, the filter surface of which consists of multilayer meshes;
- filters with slotted and round holes;
- downhole frame filters with gravel filling.

Analyzing foreign and domestic experience in the use of sand filters used in the oil industry, the following requirements were derived:

- ensuring the specified characteristics: productivity,

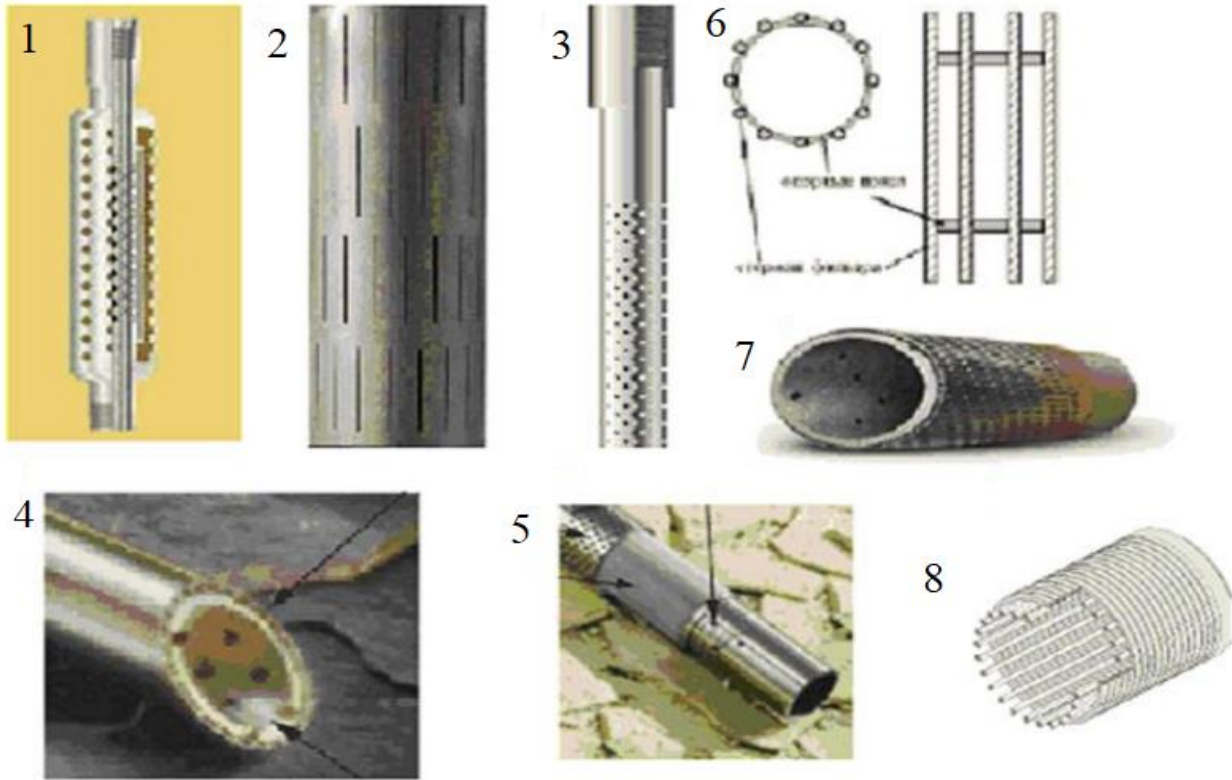


Figure 1. The frame-rod, ring and perforation filters

durability and cut-off level of sand by particle size;

- ensuring residual mechanical strength and stability under conditions of corrosion and erosion loads;
- cleaning must be possible filter mechanically or chemically.

Each type of filter element has its own advantages and disadvantages. **Table 1** summarizes the advantages and disadvantages of filters, having different designs [4].

The disadvantage of this type of filter is that during operation the installed filter may become clogged and sand plugs may form, reducing the operational characteristics of the well. However, when the productive formation is represented by sandstone, which consists of fairly small grains, there is a possibility of penetration of these grains through the barrier. One of the main requirements for sand filters include:

Table 1. The advantages and disadvantages of filters, having different designs.

Filter type	Advantages	Disadvantages
Slotted	<ul style="list-style-type: none"> - simple design; - simplified process regeneration; - low contamination; - can withstand elevated temperatures 	<ul style="list-style-type: none"> - large specific length; - different filter gap in two mutually perpendicular planes; - low filtration accuracy; - small entrance area sections; - high hydraulic resistance; - possibility of deformation unprotected filter element when lowering the filter to well; - the need for compensation when increasing the length of the filter element caused by thermal expansion; - different designs for injection and production wells
Metal foam	<ul style="list-style-type: none"> - high mechanical strength; - volumetric mechanism - filtration; - communicating porosity – 95%; - possibility of partial cleaning countercurrent 	<ul style="list-style-type: none"> - rapid contamination - fragility - non-corrosive design
Meshed	<ul style="list-style-type: none"> - identical filter gap in two mutually perpendicular planes; - low hydraulic resistance; - high specific filtration surface; - production technology allows the production of filters with different filtration fineness (up to 20 μm); - possibility of manufacturing multilayer filters elements; - impact resistance and vibration loads; - possibility of cleaning countercurrent 	<ul style="list-style-type: none"> - complex design; - sensitivity to high pressure inside the filter at clogging (the problem is solved introduction to the design safety valve); - high prices

- ensuring maximum flow area filter element;
- ensuring minimal clogging of the flow area while working.



When selecting a filter, the following characteristics are taken into account:

- granulometric composition;
- porosity and permeability of the formation;
- viscosity in reservoir conditions;
- well flow rate;
- reservoir pressure and temperature;
- well design;
- physical and chemical characteristics of the recovered fluid.

Various designs of filter devices are also known, which use different filter elements:

- slotted;
- tape-perforated;
- metal sintered;
- metal foam.

Conclusion

It's obvious that the composition of oil obtained in different parts of the world is not the same. Each well has its own composition of mechanical impurities. The filters mentioned above are unique according to the types of wells. In order to keep wells in working conditions filters should be correctly chosen. Investing in filters results with rising prices for wells, thus oil price also rises. Various types of filters used in christmas tree systems reduce cost in maintenance and increase lifespan of a well.

REFERENCES

1. Aslanov Jamaladdin Nuraddin, Huseynli Zenfira Seyidi. Metodika rascheta parametrov germetizatsii uplotnitel'nogo uzla pakera. Chapter «Engineering sciences», DOI:<https://doi.org/10.30525/978-9934-588-15-0-49>.
<http://baltijapublishing.lv/download/all-science-3/49.pdf> p.8-13
2. Aslanov C.N., Huseynli Z.S. Research the elastic-fixed well sealant element indication under external pressure action. Journal of Multidisciplinary Science Studies (JMESS) ISSN:62459, Vol.6 Issue 10, October-2020, p.3551-3554
3. Z. Huseynli, A. Jamalov. Analytical study of hydraulic pressure caused by liquid in gate valves. EQUIPMENT TECHNOLOGIES MATERIALS/ DOI: 10.36962/etm0901202222 VOLUME 09 ISSUE 01,2022. Page 22-28
4. <https://www.geokniga.org/books/6311>
5. <https://www.geokniga.org/books/28738>
6. https://pstu.ru/files/file/gnf/geofizicheskie_issledovaniya.pdf

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ФОНТАННЫХ АРМАТУР РАБОТАЮЩИХ В ПЕСЧАНЫХ УСЛОВИЯХ

Зенфира Гусейнли¹, Али Мансуров², Гульшад Агаева³, Ровшана Алиева⁴

¹Доцент, Кафедра промышленных машин, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, доктор философии по технике, E-mail: huseynli_z@rambler.ru

²Магистр, Кафедра промышленных машин, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, E-mail: mansurovali2000@gmail.com

³Учитель, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности.

⁴Лаборант, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, E-mail: shana.azimli@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Основная причина проведения этого исследования — поиск решений для устранения механических примесей или, как правило, песка, засоряющего фонтанные арматуры. Как известно, фонтанная арматура – это оборудование для контроля потоков нефти и газа, состоящее из нескольких задвижек и клапанов специального назначения. Данное оборудование, установленное на скважинах, постоянно засоряется различными примесями. Эти механические консистенции прерывают работу елки и вызывают износ, что приводит к выходу из строя системы и общей задержке добычи нефти. Таким образом, требуется частое техническое обслуживание. Существует два основных способа устранения засора в скважинах: механический и химический. В данном исследовании применяется механический способ. Для улучшения и повышения производительности фонтанной арматуры рассматриваются различные типы фильтров, их преимущества и недостатки согласно предыдущему опыту. Исследования показывают, что для разных типов скважин используются разные типы фильтров, сепараторов и т. д. Фильтрами, используемыми для предотвращения частиц песка, являются гравийный фильтр, щелевой фильтр, перфорированный фильтр, проволочно-колодезный фильтр, колодезно-сетчатый фильтр, каркасно-стержневой фильтр, щелевой фильтр, фильтры с опорными элементами и другие фильтры, которые рассматриваются в данном исследовании. По сетчатому принципу фильтры, входящие в состав ЭЦН, предназначены для предотвращения попадания частиц песка в производственный поток, задерживая крупные частицы и фильтруя образующуюся жидкость. Чтобы выбрать фильтр с наилучшей скоростью проникновения и предотвратить проникновение частиц размером больше определенного, необходимо рассчитать размер каналов. Модификация и другие подвижные факторы используются для разделения каждой группы фильтров.

Ключевые слова: Фонтанная арматура, (нефть и газ), механические примеси, песок, фильтр, нефтяная скважина, сепараторы.



QUMLU MÜHİTDƏ İŞLƏYƏN FONTAN ARMATURLARININ İŞQABİLİYYƏTİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ

Zenfira Hüseynli¹, Əli Mansurov², Gülşad Ağayeva³, Rövsanə Əliyeva⁴

¹Dosent, Sənaye maşınları kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, texnika üzrə fəlsəfə doktoru.

E-mail: huseynli_z@rambler.ru

²Magistr, Sənaye maşınları kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti.

E-mail: mansurovali2000@gmail.com

³Müəllim, Sənaye maşınları kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti.

⁴Laborant, Sənaye maşınları kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, E-mail: shana.azimli@mail.ru

XÜLASƏ

Bu tədqiqatın aparılmasının əsas səbəbi, fontan armaturlarında mexaniki çirkələr və ya adətən qum tıxanmasının aradan qaldırılması üçün həllər tapmaqdır. Məlum olduğu kimi, fontan armaturları neft və qaz axınına nəzarət etmək üçün hazırlanmış, müəyyən məqsədlər üçün bir neçə ölçmələr və klapanlardan ibarət avadanlıqdır. Quyularda quraşdırılmış bu avadanlıq daim müxtəlif çirkərlə tıxanır. Bu mexaniki konsistensiya fontan armaturunun işini dayandırır və sistemin sıradan çıxmasına və ümumi neft hasilatının gecikməsinə səbəb olur. Beləliklə, tez-tez təmir tələb olunur. Quyularda tıxanmanın aradan qaldırılmasının iki əsas yolu var: mexaniki və kimyəvi. Bu tədqiqatda mexaniki üsul tətbiq edilir. Fontan armaturunun işqabiliyyətini yaxşılaşdırmaq və artırmaq üçün, əvvəlki təcrübələrə əsasən, müxtəlif növ filtrlər üstünlükləri və mənfi cəhətləri ilə nəzərdən keçirilir. Tədqiqatlar göstərir ki, müxtəlif növ quyular üçün müxtəlif növ filtrlərdən, separatorlardan və s. istifadə olunur. Qum hissəciklərinin qarşısını almaq üçün istifadə olunan filtrlər çınqıl filtri, yuva filtri, perforasiya edilmiş filtri, məftil quyusu filtri, quyu torlu filtri, çərçivə çubuq filtri, yuva filtri, dayaq elementi filtrləri və bu tədqiqatda nəzərdən keçirilən digər filtrlərdir. “Mesh” prinsipinə əsasən, ESP-nin tərkib hissəsi olan filtrlər - böyük hissəcikləri saxlayaraq və yaranan mayeni süzərək qum hissəciklərinin istehsal axınına daxil olmasının qarşısını almaq üçün nəzərdə tutulub. Ən yaxşı keçirmə sürətinə malik filtri seçmək və müəyyən ölçüdə daha böyük hissəciklərin nüfuz etməsinə mane olmaq üçün kanalların ölçüsü hesablanmalıdır. Hər bir filtri qrupunu ayırmaq üçün modifikasiya və digər daşınan amillərdən istifadə edilir.

Açar sözlər: Fontan armaturu (neft və qaz), mexaniki çirkələr, qum, filtri, neft quyusu, separatorlar.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ ПРОСТОЙ ПАРЫ С ПОЗИЦИИ СИНЕРГЕТИКИ

Балахан Алиев

Докторант, Бакинский Инженерный Университет, E-mail: balaxan.aliiev783@gmail.com

АННОТАЦИЯ

При определении допустимых напряжений в зубчатых передачах следует ориентироваться на их выносливость и износостойкость, а, значит, и на трещиностойкость. Перспективным, по мнению авторов, является подход, при котором можно спрогнозировать параметры трещиностойкости зубчатых пар аналитически, исходя из позиций синергетики и самоорганизации к возникновению трещин в некотором поверхностном слое (ПС) зубчатого колеса.

Для не приработанного зубчатого сопряжения состояние стойкости маловероятно. Для достижения равновесия, определяемого термодинамическим принципом максимума потока произведенной термодинамическим принципом максимума потока произведенной энтропии, в системе должно произойти согласование физико-механических свойств поверхностей трения с аналогичными характеристиками тел, которым принадлежат эти поверхности. В результате износа такое согласование вполне вероятно, особенно в аспекте геометрии микрорельефа поверхностей. По мере износа происходят изменения свойств поверхностей трения, при этом происходит изменение работы диссипации. Тогда, в соответствии с принципом минимума работы диссипативных сил, это изменение будет направлено на уменьшение работы диссипации до минимума. Следовательно вполне возможно достижение стойкого стационарного состояния трибосистемы.

Ключевые слова: Определить допустимые напряжения в зубчатых передачах, стойкость к износу, трещиностойкость и трещиностойкость зубчатых пар.

Анализ литературы

Анализ литературных источников [1-8] показывает, что трещиностойкость зубчатых пар с позиций синергетики и структурной самоорганизации не рассматривалась за исключением работы [1], где эта проблема поставлена в общем виде.

Цель статьи

Таким образом, целью статьи является аналитическое определение параметров трещиностойкости на рабочих и переходных поверхностях зубчатых колес (далее называемых несущими) через анализ их структурной самоорганизации и приспособляемости (синергетики).

Самоорганизация и синергетика ПС как развивающейся информационной системы

Основой получения формализованных законов, описывающих поведение сложных самоорганизующихся систем, являются вариационные принципы, например принцип Гамильтона. Этот принцип оптимизирует поведение системы с целью получения результата при минимальных затратах ресурсов.



Для механических систем принцип Гамильтона также называют принципом наименьшего действия. Он заключается в том, что функционал

$$\int_0^1 L[q(t, \alpha), \dot{q}(t, \alpha), t] dt,$$

который по Гамильтону [2,3] называется действием на отрезке $[t_0, t_1]$, на прямом пути принимает экстремальное значение по сравнению с другими непрямыми путями.

В функционале обозначено: q -обобщенная координата; t -время; α – параметр, нулевое значение которого соответствует прямому пути.

В терминах вариационного исчисления уравнение Лагранжа является дифференциальными уравнениями Эйлера для вариационной задачи:

$$\delta \int_0^1 L(q, \dot{q}, t) dt = 0.$$

При этом прямой путь принято называть экстремалью [4].

Основным в теории самоорганизации является реакционно-диффузионное уравнение [5]

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \sum_i a_i(u, x_j) \frac{\partial u}{\partial x_i} + F(t, u, x_j); \quad (1)$$

$$i, j = 1 \dots 3,$$

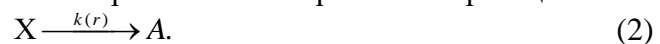
где u -искомая функция; t, x_j – независимые переменные; F -действующие силы.

Уравнение (1) будет иметь эмпирический характер до тех пор, пока не будут найдены соответствующие вариационные принципы саморганизации. Например, открытая система получает и преобразовывает энергию; такой процесс можно описать известными уравнениями [6,7,8].

В системах, где стадия медленного движения сменяется динамикой скачкоподобного перехода, возможен переход в некоторое когерентное состояние, которое предшествует этому переходу. Одна из возможных реализаций этого поведения связана с выбором начального состояния, которое может быть как нестойким, так и стойким.

Вторая возможность возникает в том случае, когда начальная фаза индукции, характеризующаяся очень малой скоростью изменения соответствующей переменной, сменяется взрывоподобным поведением, которое инициализируется в некоторый характерный момент времени t_e (см. рис.). В итоге в системе устанавливается состояние, которое будет единственно стойким в диапазоне интересующих нас значений параметров.

Проиллюстрируем основные особенности динамики такого типа на примере адиабатического взрыва (сгорания в замкнутом объеме). В этом случае тепло от сгорания расходуется на нагревание горючей смеси. Это-необратимая экзотермическая реакция



в которой зависимость константы скорости $k(T)$ от температуры T определяется законом Аррениуса:

$$k(T) \cong k_0 e^{-E_0/k_B T} \quad (3)$$

При этом уравнение баланса массы и энергии имеет вид

$$\frac{dx}{dt} = -k(T)x, \quad (4)$$

$$C_v \frac{dT}{dt} = -r_v \frac{dx}{dt} = r_v k(T)x, \quad (5)$$

где C_v и r_v - соответственно теплоемкость и теплота реакции при постоянном объеме.

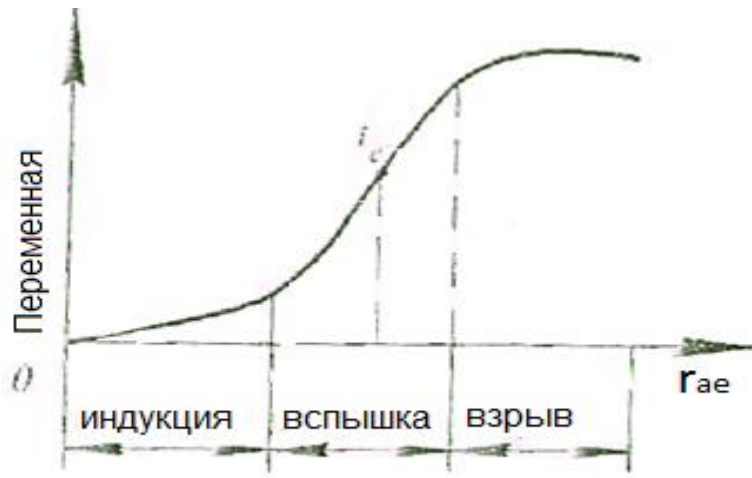


Рисунок 1. – Иллюстрация самоорганизации системы в виде взрывоподобного поведения.

Умножив (4) на r_v , с учетом (5) можно получить закон сохранения:

$$C_v T_v + r_v x_v = C_v T_0 + r_v x \equiv C_v T_{\max}, \quad (6)$$

где T_0 и x_0 - начальные значения T и x ; T_{\max} - конечная температура по завершению реакции. Благодаря этому закону сохранения уравнение (5) становится замкнутым. Например, уравнение теплового баланса запишется в следующем виде:

$$\frac{dT}{dt} = (T_{\max} - T)k(T). \quad (7)$$

Введем теперь в рассмотрение понятие флуктуаций. При этом имеем дело с процессом типа «гибели», поскольку концентрация вещества может только уменьшаться. Основное уравнение можно записать в виде [7,9]

$$\frac{dP(x,t)}{dt} = \lambda_{x-1}P(x-1,t) + \mu_{x+1}P(x+1,t) - (\lambda_x + \mu_x)P(x,t), \quad (8)$$

где λ и μ - скорости рождения и гибели. При этом константа скорости рождения $\lambda \approx 0$. Обозначив через x число частиц реагента, имеем

$$\frac{dP(x,t)}{dt} = \mu_{x+1}P(x+1,t) - \mu_x P(x,t). \quad (9)$$



Скорость гибели легко найти, воспользовавшись законом сохранения:

$$\mu(x) = k(T)x = k_0 x \exp\left[\frac{E_0}{k_B(T_{\max} - r_v x / C_v N)}\right], \quad (10)$$

Где N -параметр, пропорциональный размеру системы.

Таким образом, синергетический подход к предложенной модели показывает возможность скачкоподобного перехода ПС как открытой информационной системы из некоторого когерентного состояния (индукция) к определенному уровню самоорганизации (например, к квазибездноному) трению и полной трещиностойкости).

Синергетика термонапряженного состояния зубчатых пар

Такое термонапряженное состояние открытой трибосистемы вызывает отход от теплового равновесия, поэтому оно является неуровновешенным и для него характерны нестойкие процессы самоорганизации [1-3]. Следовательно, эта система может считаться синергетической, так как, изменяя температуру ΔT , мы можем управлять этой системой снаружи.

Согласно [10] эволюционный стохастический переход из состояния q_1 в состояние q_2 описывается уравнением

$$\dot{q}_1 = \alpha q_1 + \beta q_1 q_2 + f(t), \quad (11)$$

где α, β - управляющие параметры, которые задаются или определяются детерминировано; $f(t)$ - “флуктуационные” силы, являющиеся недетерминированными и деляющие эволюцию временной.

Если принять энтропию S за меру неопределенности состояния предложенной системы, то с разбалансировкой температур степень упорядоченности структурного слоя $\Delta\rho$ уменьшается, и одновременно инициализируется процесс самоорганизации структуры этого слоя («S-теорема» [11, 12]). Там же показано, что изменение энтропии носит колебательный (пульсирующий) характер, описываемый уравнением

$$\Delta T(S_1 - S_2) = \frac{\rho}{2}(\delta V)^2 > 0, \quad (12)$$

где ΔT - изменение температуры; S_1, S_2 - энтропия состояний 1 и 2; δV - пульсация скорости изменения структурного состояния шестерни зубчатого сопряжения.

В рассматриваемой системе вырабатывается энтропия, причем, одновременно с ее выработкой внутри системы происходит теплообмен с внешней средой. Тогда

$$dS = d_1 S + \frac{dQ}{T}, \quad (13)$$

где $d_1 S$ - энтропия, вырабатываемая внутри открытой системы, dQ/T - поток тепла.

Выработка энтропии происходит с определенной скоростью и в условиях неравновесия всегда

$$\frac{d_1 S}{dt} > 0 \quad (14)$$

Обозначив через ξ производство энтропии единицу времени на единицу объема открытой трибосистемы, можно записать:

$$\frac{d_1 S}{dt} = \int \xi dV > 0 \quad (15)$$

Величину ω согласно [13,14] назовем функцией диссипации энтропии.

Значение $d_1 S / dt$ фактически определяет скорость выработки энтропии, причем во время изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) эта скорость будет некоторым образом изменяться. Наша задача состоит в определении, от чего и как зависит скорость выработки энтропии и соответствующей ей удельной величины ω .

Энтропия dS вырабатывается благодаря теплопроводности зубчатой пары. Из-за разности температур возникает поток энергии dE/dt , причем его движущей силой служит разница температур ΔT . Зная зависимость энтропии от температуры [13, 14], для рассматриваемого зубчатого сопряжения можно записать

$$\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} = \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}, T_2 > T_1; \quad (16)$$

$$\xi = \frac{dE}{dt} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = \frac{dE}{dt} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right). \quad (17)$$

Таким образом, функция диссипации энтропии выражается произведением потока энергии на инициирующую его силу; другими словами, в рассматриваемой системе действует «насос» по перекачке энтропии [15,16], на производительность которого активно влияют тепловой поток и изменение НДС.

Известно, [4,6], что уменьшение энтропии ведет к увеличению информации наоборот. В нашем случае такое увеличение информации выражается через структурные изменения внутри системы, реологические и синергетические изменения свойств тел трибосистемы. Численно связь информации о состоянии трибосистемы с ее энтропией выражается известной формулой Шеннона [5,6]. К такому же выводу приходит и автор работы [4].

В работе [9] показано, что закон теплопередачи в термонапряженных трибосистемах имеет вид

$$J = \frac{dT}{r_\tau} \approx \frac{dE}{dt}, \quad (18)$$

где J - поток энергии в системе; r_τ -тепловое сопротивление системы. Там же показано, что при конечном интервале времени

$$\frac{\partial S}{\partial \tau} = \frac{1}{T} \cdot \frac{\partial Q}{\partial \tau} = \frac{1}{r_\tau + T/J} \quad (19)$$

Из (19) следует, что при постоянном потоке энергии $J = const$ и постоянной величине ΔT скорость выработки энтропии определяется только свойствами системы, характеризующими ее тепловое сопротивление r_τ . Таким образом, при $J = const$ и $\Delta T = const$ скорость выработки энтропии достигает максимума при $r_\tau \rightarrow \min$.

Стойкость стационарного состояния характеризуется достижением максимальной скорости выработки энтропии, поэтому условие стойкости для рассматриваемой системы можно выразить как



$$\frac{\partial S}{\partial \tau} \rightarrow \max \text{ если } r_{\tau} \rightarrow \min \quad (20)$$

Отметим, что теплопередача в зубчатом сопряжении осуществляется через контакт двух тел, при этом генерация тепла также происходит в поверхностных слоях зубьев шестерни и колеса. Тепловое сопротивление r_{τ} нашей трибосистемы следует определять с учетом законов разветвления Кирхгофа как в активных звеньях (генерируемые потоки), так и в пассивных (рассеиваемые потоки), согласно рекомендациям [7,8].

Зная, сколько тепла Q возникло в поверхностном слое тела, можно показать, сколько механической работы A трансформировалось в этом слое.

Таким образом, условия стойкости стационарного состояния трибосопряжения зубьев под воздействием постоянного внешнего давления:

- равновесие теплового и механического взаимодействий в системе;
- отсутствие направленного теплообмена через фрикционный контакт;
- равенство генерируемого и рассеиваемого потоков в теле и контртеле;
- пропорциональность потоков, генерируемых в телах, их теплопроводностям.

Математически это может быть выражено как

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{r_{\tau 1}}{r_{\tau 2}} = \frac{A_1}{A_2} \quad (21)$$

Соотношение (21) наступает, когда в системе минимизированы самопроизвольные процессы например, отсутствует направленный теплообмен через фрикционный контакт.

Для не приработанного зубчатого сопряжения состояние стойкости маловероятно. Для достижения равновесия, определяемого термодинамическим принципом максимума потока произведенной термодинамическим принципом максимума потока произведенной энтропии, в системе должно произойти согласование физико-механических свойств поверхностей трения с аналогичными характеристиками тел, которым принадлежат эти поверхности. В результате износа такое согласование вполне вероятно, особенно в аспекте геометрии микрорельефа поверхностей. По мере износа происходят изменения свойств поверхностей трения, при этом происходит изменение работы диссипации. Тогда, в соответствии с принципом минимума работы диссипативных сил, это изменение будет направлено на уменьшение работы диссипации до минимума. Следовательно вполне возможно достижение стойкого стационарного состояния трибосистемы.

В [9] показано, что трение в произвольной трибосистеме обладает свойством автономной перестройки геометрических параметров микрорельефа. Это приводит к выборочному разрушению шероховатостей, а также к фрикционному усталостному разрушению. Другими словами, выборочное разрушение фрикционных связей служит механизмом саморегулирования трения.

Обозначив через R_1^{cp} и R_2^{cp} средние радиусы шероховатостей поверхностей трения тел 1 и 2, согласно [9] можно записать

$$\frac{R_1^{cp}}{R_2^{cp}} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 \left(\frac{r_{\tau 1}}{r_{\tau 2}} \right)^3 \quad (22)$$

В соответствии с теорией кинетической прочности, разрушение рассматривается как постепенный кинетический термоактивный процесс, развивающийся во времени [8,9].

Следовательно, скорость разрушения V в зависимости от номинальных характеристик материала u_0, τ_0, γ , действующего контактного напряжения σ_H и изменения температуры ΔT [8]:

$$V = \frac{1}{\tau_0} \exp \left[-\frac{u_0 - \gamma \sigma_H}{R \Delta T} \right], \quad (23)$$

где R - постоянная Больцмана.

Считая, что тепловыделение происходит через контактную деформацию, можно предположить, что зоны одинакового тепловыделения имеют и равные контактные напряжения. Тогда зоны шероховатостей с одинаковыми контактными напряжениями будут иметь длительное «время жизни» и меньшую скорость разрушения вследствие более низкой температуры взаимодействия. К этим выводам можно прийти из анализа характера зависимостей (22) и (23).

Вопрос определения скоростей износа трибосопряжений достаточно полно рассмотрен в [9].

Математическое описание явления адаптации при трещинообразовании в зубчатых парах

Наиболее интересный момент при исследовании адаптации ПС- определение времени роста и слияния растущих трещин.

Рассмотрим конечное состояние, результатом которого будет разрушение ПС.

Примем количество параметров, определяющих поведение микротрещин в случае приложения нагрузки равным k . Значения этих параметров при переходе от одной микротрещины к другой изменяются дискретно, а их совокупность является непрерывной системой. Совокупность всех возможных значений параметров из-за непрерывности их изменения образует некоторую односвязную область в k -мерном пространстве. Количество трещин D_1 в неопределенном объеме характеризуется параметрами z_1, z_2, \dots, z_k , находящимися в области ΔW k - мерного пространства и может быть найдено из уравнения

$$D_1 = \int_{\Delta W} f(z_1, z_2, \dots, z_k) \prod_{i=1}^k dz_i, \quad (24)$$

где $\prod_{i=1}^k dz_i$ - элемент k -мерного объема; $f(z_1, z_2, \dots, z_k)$ - дифференциальная функция распределения, зависит от свойств структуры металла и обуславливает вероятность того, что случайно выбранная микротрещина имеет параметрами в границах

$$(z_1, z_2, \dots, z_k) \dots (z_1, z_2, \dots, z_k) + \prod_{i=1}^k dz_i \quad (25)$$

Так как распространение микротрещины происходит при некотором уровне напряжений, можно предположить, что значения их параметров лежат внутри области ΔW и



характеризуется тензором $\sigma_{i,j}(r,\theta)$. Этот тензор соответствует динамическому полю напряжений, которое с достаточной вероятностью описывается зависимостью

$$\Delta W_1 = \Phi[\sigma_{i,j}(r,\theta)]. \quad (26)$$

С учетом того, что между областью ΔW и тензором $\sigma_{i,j}(r,\theta)$ существует зависимость $f[(z_1, z_2, \dots, z_k), \sigma_{i,j}(r,\theta)] = 0$, число трещин, потерявших стойкость, по аналогии с (24) можно вычислить как

$$D_1 = \int_{\Phi(\sigma,\beta)} f(z_1, z_2, \dots, z_k) \prod_{i=1}^k dz_i \quad (27)$$

Кинематическое условие, определяющее усталостное разрушение материала ПШ, заключается в том, что значения тензора на протяжении интервала времени t не будут попадать в вовнутрь области W значений $\sigma_{i,j}$, т.е.

$$\sigma_{i,j} \in W \text{ при } t_1 \leq t \leq t_1 + t_2. \quad (28)$$

где t_1 – фиксированный момент времени; $t_2 = f(z_1, z_2, \dots, z_k; a_1, a_2, \dots, a_n); a_1, a_2, \dots, a_n$ – упругие константы материала.

Из анализа уравнений (26) и (28) можно заключить, что они являются необходимыми и достаточными условиями реализации накопленных напряжений, выражающейся в развитии усталостных трещин. Эти зависимости могут быть обобщенным критерием конечной стадии разрушения.

Известно, что учет взаимовлияния развивающихся микротрещин чрезвычайно важен. Однако это влияние на развитие трещин существенно ослабевает с увеличением интенсивности нагружения.

Поэтому предпосылка о независимости параметров, характеризующих рост микротрещин, в случае импульсного нестационарного нагружения является полностью оправданной.

Таким образом, количество микротрещин подчиняется закону

$$D_k = k_0 \int_S^{\infty} e^{-v_k^2} dz, \quad (29)$$

где k_0 – постоянная, характеризующая структуру ПС; v_k – постоянный коэффициент (с размерностью $1/m^2$), зависящий от физико-механических свойств ПС и определяющий его прочность.

Связь между действующими напряжениями и размерами микротрещин, на границе которых концентрация напряжений достигает критической величины, определяется уравнением Гриффитса

$$\sigma = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{E\mu_1 L}{S_1}}, \quad (30)$$

где L – линейный размер микротрещины; μ_1 – коэффициент Пуассона; S_1 – площадь микротрещины; μ_1 – коэффициент Пуассона; S_1 – площадь микротрещины с площадью $S \gg S_1$ начнут расти. Количество таких растущих трещин

$$D_k = k_0 \int_S e^{-v_k^2} dz. \quad (31)$$

С учетом (30) и (31) можно принять, что расстояние, пройденное микротрещиной к поверхности, рассматривается как двухстадийный процесс развития. Тогда общее время разрушения единицы объема материала ПС

$$t = \frac{1}{W} \left(\frac{14v_k}{k_0 / \pi} \right)^{1/3} \left[1 - \Phi \left(\frac{4E\mu L}{7\sigma^2} \right)^{-1/3} - \frac{E}{2} e^{-k\sigma_p} (\sigma - \sigma_\delta) \right]. \quad (32)$$

Из анализа (32) видно, что даже при стремлении напряжения к бесконечно большой величине время разрушения ПС остается конечным, а при $\sigma = 0$ $t \rightarrow \infty$, что, как известно из [6,8], согласуется с поведением реальных твердых тел.

Заключение

Процесс самоорганизации и структурной адаптации к условиям эксплуатации в зубчатых парах происходит в поверхностном слое, причем скачкообразно.

1. Трещиностойкость несущих поверхностей зубьев зубчатых передач целесообразно моделировать с позиций синергетики и самоорганизации открытых трибосистем.

2. Установлена расчетная зависимость, позволяющая определять критические напряжения, при которых начинается развитие усталостных трещин на несущей поверхности зуба. Следовательно, эти напряжения можно принять за базовую величину допускаемых эквивалентных напряжений (по сути дела, аналог базового предела изгибной выносливости $\sigma_{F \lim b}$ по ГОСТ 21354-87).

3. Определено количество растущих микротрещин, время их роста в функции эквивалентных напряжений. Полученные результаты подтверждают правомочность уравнения Гриффитса для пластичных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Khanin M.V. Mekhanicheskoye iznashivaniye materialov – M.: Izd-vo standartov, 1984 – 152 s.
2. Drozb S.G. Kontaknoye vzaimodeystviye sfericheskikh par treniya s uchetom nakoplennykh potverzhdeniy i izmeneniya fiziko-mekhanicheskikh svoystv v poverkhnostnom sloye // Treniye i iznos – 1996 – Т.17. - №2 – S.163-169.
3. Aleksev N.M. Novoye o strukturnykh osobennostyakh iznashivaniya tverdnykh tel // Treniye i iznos. – 1989. – Т.10. -№2. – S.197-205.
4. Vol'terra V. Matematicheskaya teoriya bor'by za sushchestvovaniye – M.: Nauka, 1976 – 362 s.
5. Nikolis G., Prigozhin I. Pozvaniye slozhnogo / Per. S angl. –M.: Mir, 1990.- 242 s.
6. Gindin I.A. Neklyudov I.M. Fizika programmnoy uprochneniya – K.: Naukova dumka, 1978.- 182 s.
7. Khaken G. Sinergetika / Iyerarkhii neustoychivostey v samoorganizuyushchikhsya sistemakh i ustroystvakh // Pod red. YU.L. Klimontovicha. – M.: Mir, 1985. – 419 s.



8. Kanarchuk V.Ye. Adaptatsiya materialov k dinamicheskim vozdeystviyam – K.: Naukova dumka, 1986. – 263 s.
9. Tsigler G. Ekstremal'nyye printsipy termodinamiki neobratimyykh protsessov i mekhanika sploshnoy sredy. – M.: Mir, 1966. – 136 s.
10. Livshits N.A., Pugachuv V.N. Veroyatnostnyy analiz sistem avtomaticheskogo upravleniya – M.: Sov. Radio, 1963. – 896 s.
11. Landau L.D. Akhizer A.I.; Livshits Ye.N. Kurs obshchey fiziki / Mekhanika i molekulyarnaya fizika. – M.: Nauka, 1969 – 934 s.
12. Poverkhnostnaya prochnost' materialov pri trenii / Pod red. .I. Kostetskogo – K.: Tekhnika, 1981. – 387 s.
13. Lyubarskiy I.M., Palatnik L.S. Metallofizika treniya. – M.: Nauka, 1976 – 754 s.
14. Bushe N.A., Kopytko V.V. Sovmestimost' trushchikhsya poverkhnostey. – m.: Mashinostroyeniye, 1981. – 363 s.
15. Kragel'skiy I.V., Dobychin M.N., Kambalov V.S. Osnovy raschetov na treniye i iznos. – M.: Mashinostroyeniye, 1977. – 384 s.
16. Priymakov A.G., Priymakov G.A., Bobrovitskiy A.V. Metod skolzyashogo intervalv // Integrovani tekhnologi ta yenergozberezheniya – 2004 – Vip.1. – S.94 – 103.

ENERJİ NÖQTEYİ-NƏZƏRİNDƏN SADƏ QÜVVƏ CÜTLƏRİNİN ANALİTİK TƏYİNİ

Balaxan Əliyev

Texnika elmləri namizədi, doktorant, Bakı Mühəndislik Universiteti. E-mail: balaxan.aliiev783@gmail.com

XÜLASƏ

Ötürücülərdə icazə verilən gərginlikləri təyin edərkən, onların dayanıqlığına və aşınmaya davamlılığına və buna görə də çatlara qarşı müqavimətə diqqət yetirilməlidir. Müəlliflərin fikrincə, perspektivli yanaşma, dişli cütlərinin çatlara qarşı müqavimət parametrlərini analitik olaraq, müəyyən bir səth qatında (SQ) çatların meydana gəlməsinə sinerji və özünü təşkil etmə mövqelərinə əsaslanaraq proqnozlaşdırmaq mümkün olan bir yanaşmadır.

İşləməyən dişli cütləşmə üçün müqavimət vəziyyəti çətin deyil. İstehsal olunan entropiyanın maksimum axınının termodinamik prinsipi ilə yaradılan maksimum entropiya axınının termodinamik prinsipi ilə müəyyən edilmiş tarazlığa nail olmaq üçün sistem sürtünmə səthlərinin fiziki və mexaniki xassələri ilə uyğunlaşdırılmalıdır. Səthlərə aiddir. Aşınma nəticəsində belə koordinasiya, xüsusilə səth mikroyefinin həndəsəsi baxımından olduqca mümkündür. Aşınma baş verdikcə sürtünmə səthlərinin xassələri dəyişir və dağılma işi dəyişir. Daha sonra dissipativ qüvvələrin minimum işi prinsipinə uyğun olaraq, bu dəyişiklik dissipasiya işini minimuma endirməyə yönəldilmişdir. Buna görə də tribosistemin sabit stasionar vəziyyətinə nail olmaq olduqca mümkündür.

Açar sözlər: Ötürücülərdə icazə verilən gərginlikləri, aşınmaya davamlılığı, dişli cütlərinin çatlara qarşı müqavimətini və çatlara müqavimətini təyin etmək.

ANALYTICAL DETERMINATION OF THE STRENGTH OF A SIMPLE PAIR FROM THE POSITION OF SYNERGISTICS

Balakhon Aliyev

Ph.D., doctoral student, Baku Engineering University. E-mail: balaxan.aliiev783@gmail.com

ABSTRACT

When determining the permissible stresses in gears, one should focus on their endurance and wear resistance, and, therefore, crack resistance. According to the authors, a promising approach is one in which it is possible to predict the crack resistance parameters of gear pairs analytically, based on the positions of synergy and self-organization to the occurrence of cracks in a certain surface layer (LS) of the gear.

For a non-run-in gear mating, the state of resistance is unlikely. To achieve equilibrium, determined by the thermodynamic principle of maximum flow of entropy produced by the thermodynamic principle of maximum flow of produced entropy, the system must be harmonized with the physical and mechanical properties of friction surfaces with the similar characteristics of the bodies to which these surfaces belong. As a result of wear, such coordination is quite likely, especially in terms of the geometry of surface microrelief. As wear occurs, the properties of the friction surfaces change, and the work of dissipation changes. Then, in accordance with the principle of minimum work of dissipative forces, this change will be aimed at reducing the work of dissipation to a minimum. Therefore, it is quite possible to achieve a stable stationary state of the tribosystem.

Keywords: To determine the permissible stresses in gears, resistance to wear, resistance to cracks and resistance to cracks of gear pairs.



ELEKTROMEXANİKİ MÜHƏRRİKLİ MEXANİZMLƏRDƏ DİŞLİ ÇARXIN İŞLƏMƏ RESURSunUN HESABI

Əmir Mustafayev¹, Dərya Əliyeva²

¹Dosent, “Mexanika” kafedrası, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti. E-mail: mustafayev-1959@mail.ru

²Magistr, “Mexanika” kafedrası Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti.

E-mail: aliyevaderya00@gmail.com

XÜLASƏ

Yüksək dəqiqlik tələb edən sənaye sahələrində (aviasiya, müdafiə obyektləri, maşınqayırma, neft sənayesi və digər sahələrdə) elektromexaniki mühərriklərdən istifadə olunur.

Uzunmüddətli istifadə zamanı dişli çarxlarda dişlər get-gedə yeyilir, dişlərin profilləri və ölçüləri dəyişir, ilişmə zamanı dişlər arasında araboşluğu yaranır. Nəticədə mühərrikin faydalı iş əmsalı azalır, sərtliyi, kinematik dəqiqliyi və dinamiki yüklənməsi artır.

Dişlərin yeyilmə intensivliyi geniş həddlər daxilində ($I = 10^{-3} \dots 10^{-12}$) dəyişə bilər. Yeyilmə intensivliyi kontaktda olan materialların toxunan səthlərinin qarşılıqlı təsir növündən, gərginliklərin qiymətindən, sürüşmə sürətindən və ətraf mühitin temperaturundan asılıdır. Bu parametrlərin tənzimlənməsi materialın nazik təbəqəsinin səthində yeyilmə intensivliyini azaldır.

Adi atmosfer şəraitində toxunan səthlərdə sürüşmədən materialın nazik təbəqəsi dağılaraq oksidləşmə pərdəsi yaranır. Dişli çarxların dişlərinin toxunma sahələrində sürtgü yağlarından istifadə bərk və ya məsaməli mayeli maddələrin işlək sahələrinin qaz və mayeni udması dişli çarxın materialının dağıdılmasının qarşısını alır.

Baxılan məqalədə elektromexaniki mühərriklərdə yeyilmə kriteriyasına görə dişli çarx ötürməsinin resursunun hesablaması metodikası verilmişdir. Əldə olunan asılılıqlar dişli çarx ötürmələrinin uzun ömürlülüğünün hesabında istifadə oluna bilər. Aviasiyanın, kosmosun, müdafiə tədbirləri üçün komplekslərin və sənayenin digər sahələrinin, o cümlədən də neft sənayesində ekstremal şəraitdə istifadə olunan dişli çarx mexanizmlərinin işləmə qabiliyyətini və resursunu artırmaq tədqiqatçıların və konstruktorların qarşısına qoyulan mühüm məsələlərdən biridir.

Dəyişən kontakt gərginlikləri və dişlərin profillərində yaranan sürtünmə, dişlərin işçi səthlərinin zədələnməsinə səbəb olur.

Həm açıq, həm də qapalı ötürmələrdə dişlərin çirklənmədən qorunmayan işçi səthlərindən abraziv hissəciklərin yaratdığı gərginlik, dişlərin abraziv yeyilməsinə səbəb olur.

Yeyilməyə məruz qalan dişlər ilişməyə daxil olduqda onların arasında qalan araboşluğu böyüyür, dinamiki yüklər və səs-küy artır, ötürmənin kinematik dəqiqliyi azalır. Bu da həm dişlərin möhkəmliyinin, həm də en kəskin sahəsinin azalmasına və hətta sınımasına gətirib çıxarır.

Aqreqatla idarə olunan elektromexaniki mühərriklər böyük ötürmə nisbətində malik olan dişli çarxlardan, elektrik mühərrikindən, evolvent profilli adi silindrik ötürmələrdən və çıxış pilləsində planetar və ya dalğavari dişli mexanizmlərdən ibarətdir.

Elektromexaniki mühərriklərin sıradan çıxmasının əsas səbəbi dişli çarxların işçi səthlərinin yeyilməsidir.

Bu tədqiqatın aparılmasında əsas məqsəd müxtəlif sürtgü materiallarının istismar şəraitindən asılı olaraq dişli çarx mexanizmlərinin işçi sahələrinin möhkəmliyə hesabat problemlərindən asılılığını öyrənməkdir.

Açar sözlər.dişli çarx, mühərrik, sürtünmə sürüşməsi, yeyilmə, kontakt gərginliyi.

Giriş

Dişli çarx ötürmələrində yeyilmənin qarşısını almaqdan ötrü dişlərin səthinə möhkəmləndirmək və kələ-kötürlüyünü azaltmaq, ötürməni abraziv hissəciklərdən qorumaq, ilişmə korreksiyasında nisbi sürüşmə sürətini azaltmaq və yağlanmada yüksək özlüklü yağlardan istifadə etmək tələb olunur.

Həddindən artıq yüklənmiş, itigedişli və ortasürətli dişli ötürmələr üçün xarakterik olan zədələr dişlərin üst hissəsinin yeyilməsidir. Dişlərin üst səthinin yeyilməsi, yüksək təzyiq və temperaturun təsirindən toxunan profillər arasında yağ təbəqəsinin qırılması və metal səthlər arasında kontakt gərginliklərin yaranması səbəbindən baş verir. Əgər toxunan səthlər arasında mikrokontaktların sayı cüzi olarsa, onda toxunmadan ayrılan zaman diş təbəqəsindəki kiçik sahələr dağılır və işçi profillərdə yaranan temperatur sürətlə aşağı düşür. Bundan sonra metal hissəciklərin daxilində istilikkeçirmə və dişlər arasında yağ təbəqəsi yenidən bərpa olunur və dişlərdə yeyilmənin yüngül forması yaranır. Bu proses “sürtünmə” prosesi adlanır. Bu zaman metal hissəciklər dişin səthinin yalnız bir tərəfində qopduğundan dişdə yeyilmə tədricən baş verir.

Mikrokontaktların sayı çoxaldıqda, istiliyin səthdən ayrılma prosesi gecikir, çarxın fırlanmasının tam bir dövrü ərzində istiliyin miqdarı artmağa başlayır və dişdə müəyyən müddətdən sonra nazik yağ təbəqəsi artıq bərpa olunmur və yüksək temperaturun təsiri nəticəsində kontaktda olan çarxlardan birindəki dişin profilindən yumşaq metal hissəciklər qoparaq digər çarxdakı dişin profilindəki bərk metalə yapışaraq toxunan səthlər arasında yapışqanlıqlar (qabarcıqlar) əmələ gətirir. Möhkəm dişdə yaranan qabarcıqlar, sürüşmə istiqamətində kontaktda olduğu nisbətən yumşaq dişdə şırımlar yaradır və qısa müddət ərzində ötürməni sıradan çıxarır. Belə yeyilmə növü “cızılma” adlanır.

Dişli çarx üçün rəşional materialın seçilməsindən əlavə dişin üst qatında yeyilmənin qarşısını almağa təminat verən ən səmərəli vasitə tərkibinə yüksək özlüklü və kimyəvi aktiv maddələr daxil etməklə ovulmaya qarşı xüsusi yağlardan istifadə edilməsidir.

Həddən artıq yüklənmiş, astagedişli ötürmələrdə yumşaq materialdan hazırlanmış çarxların dişlərinin toxunan səthlərində, sürüşmə istiqamətində plastiki sürüşmə deformasiyası yaranır. Bu deformasiya növü “plastiki sürüşmə” adlanır və bu sürüşmə çarxın dişlərinin ilişmə xəttində (qütb nöqtəsində) aparılan çarxda “kiçik qanovun”, aparılan çarxda isə “onurğa sütununun” yaranmasına səbəb olur. Bu da ilişmə qanunauyğunluğunun pozulmasına və dişlərin dağılmasına gətirib çıxarır.

Plastiki sürüşmənin yaranmasının qarşısını almaqdan ötrü dişli çarxın materialının möhkəmliyini artırmaq tələb olunur.

Dişlərin işçi səthinin keyfiyyətsiz termiki və kimyəvi termiki emalı, bəzən dişin səthindən metal hissəciklərin lay şəklində qopmasına gətirib çıxarır. Belə hallar dişlərin tablandırılması zamanı dişin azotlanmış və ya sementlənmiş üst qatında yaranan qüsurlar və yaxud da dişin özək hissəsinin istənilən qədər möhkəmliyə malik olmaması, kövrək işçi səthin böyük yükün təsiri altında sıxılması hesabına baş verir. Ovulmanın yaranma səbəblərindən biridə ötürmənin həddən artıq yüklənməsidir.



Qapalı konturda qalan kifayət qədər yağlanmış, tozdan və çirkədən mudafiə olunan ötürmələrdə dişlərin dağılmasının əsas səbəbi, dəyişən kontakt gərginliklərinin hesabına işçi səthlərin yorulmadan ovulub-dağılmasıdır.

Ovulma adətən dişlərin dib hissəsində, ilişmə qütübü yaxınlığında kiçik çatların hesabına baş verir. Bu zonaya yük yalnız bir cüt dişlə ötürülür, dişlərin sürüşməsi və diyirlənməsi istiqamətində yağ çatlara sıxılaraq metal hissəciklərin qopmasına imkan yaradır. Əgər çarxlar hazırlanan zaman qüsurlardan yaranan məsaməliklərdə ilkin yeyilmə baş verərsə, onda müəyyən müddət keçdikdən sonra bu yeyilmənin və plastiki deformasiyanın hesabına mikrokələ-kötürlüklərin sayı və yükün konsentrasiyası azalır, məsaməliklər isə genişlənir. Belə ovulmalar dişli ötürmənin işinə mənfi təsir göstərmir. Qütüb ilişmə xətti başlanğıcında əmələ gələn xırda məsaməliklər çoxalaraq dişin dibinin işçi səthi boyunca, bəzən də dişin zirvəsinə qədər yayılmağa imkan tapır.

Yorulmadan ovulan dişlər, dişli çarx ötürməsində hələ uzun müddət işləmə qabiliyyətini saxlasalar da, lakin ilişmədə dişlərin dağılmasını tezləşdirən artan dinamiki yüklər yaranır. Dişləri müəyyən dərəcədə yeyilməyə məruz qalan ötürmələrdə dişin üst təbəqələrinin sürtülməsi nəticəsində yorulmadan yaranan çatlar genişlənməyə imkan tapmadığından ötürmələrdə ovulub-dağılma prosesi gözlənilmir. Dişlərin səthində yaranan yorulmaların qarşısını almaqdan ötrü dişlərin kontakt gərginliklərinə görə dözümlülüyə hesabının aparılması, materialın səthinin möhkəmləndirilməsi və dişli çarxların hazırlanmasında dəqiqliyin artırılması tələb olunur.

Dişli çarxın çəkisini azaltmaqdan və əndazə ölçülərini kiçiltməkdən ötrü termiki emal olunmuş legirlənmiş poladlara daha çox üstünlük verilir. Poladdan hazırlanan dişli çarxın dişlərini termiki emaldan sonra kəsilsə, bu dişlərin ölçülərinə və ötürmənin dəqiqliyinə heç bir xələl gətirməz. Kiçik çarxlarda dişlərin kəsilməsində $HB \leq 350$, orta və böyük ölçülü çarxlarda isə $HB < 250$ bərkliyə qədər termiki emal olunmuş poladlardan istifadə olunur.

Dişli çarxların materialını və termiki emal növünü seçərkən əsas diqqət ötürmədə yükün artırılmasına yönəldilir.

İlişmədə yaranan güc, yalnız yükün kontakt xətti boyunca qeyri-bərabər paylanmasına və əlavə dinamiki yüklərin yaranmasına deyil, həm də valların, gövdə və dayaqaların deformasiyaya uğramasına səbəb olur.

Belə yüklər ötürməyə daxil olan hissələrin quraşdırılmasında və hazırlanmasında müəyyən xətlərin yaranmasında öz mənfi təsirini göstərir.

Dişlərin möhkəmliyə hesabında, bu faktorların təsirini nəzərə almaqdan ötrü yük əmsalı bir neçə dəfə artırılır.

Xüsusi yükün ən böyük qiyməti dişlərin qarşılıqlı ayrılıyından asılı olduğundan, bu yükün dəqiq qiymətini təyin etmək olduqca çətinidir.

Konsentrasiya əmsalının qiyməti yükün növündən, dişli çarxların materialının xarakteristikasından və ötürmənin dəqiqlik dərəcəsindən asılı olaraq təqribən $K_k \approx 1 \div 1.4$ hədləri daxilində qəbul olunur.

Kontakt xəttinin bir metrə düşən yükün və qiymətlərinin azaldılmasında məqsəd dayaqalara nisbətən çarxların simmetrik qoyulmasını, qeyri-simmetrik və yaxud da konsol qoyulmuş çarxların şəraitindən asılı olaraq enlənməsinin qarşısını almaq, dişlərin əyilməsinə təsir edən yük artdığından mümkün qədər ensiz çarxlardan istifadə etmək, valları qısaltmaqla onların sərtliyini artırmaq və dişlərə xüsusi çəlləşəkilli formanın verilməsini təmin etməkdir.

Xətəni yaradan əsas səbəblərdən biri də dişlərin qarşılıqlı yerləşdirilməsi, diş cütünün qeyri səlis işləməsi və çarxın bucaq sürətinin dəyişməsidir.

Çarxın bucaq sürətinin dəyişməsi, ilişmədə dinamik yük adlandırılan əlavə ətalət qüvvələri yaradır. Belə yüklər zərərli faktorlar olmaqla, ötürmənin ömrünü qısaldır, ötürməyə daxil olan hissələrdə səs-küy və titrəyişlər yaradır. İlişmədə yaranan xətalardan asılı olan dinamik yükləri, ani titrəyişlərdən yaranan xarici yükün ötürməyə təsiri ilə qarışdırmaq olmaz.

Normal təzyiq qüvvəsinin təsiri altında dişlərin kontakt zonalarında müəyyən şəraitdə ovulma və dişin işçi səthlərində plastiki deformasiya yarada bilən kontakt gərginlikləri yaranır. Ən az kontakt dözümlülüyünə ilişmə qütbü yaxınlığında, ilişməyə daxil olan və ilişmədə iştirak edən bir cüt dişin səthlərinin toxunma sahələri məruz qalır.

Yüklənmələr statiki şəraitdə baş verdikdə; sıxıcı qüvvə kontakt sahəsinə normal istiqamətdə yönəldikdə, başqa sözlə silindrlərin səthində toxunan qüvvələr olmadıqda; yağlanma olmadıqda; sıxılan cisimlər ideal elastiki və bircinsli materialdan hazırlandıqda;

Dişli çarx ötürmələrində, kontaktda olan səthlər arasındakı yağlama qatında baş verən hidrodinamik hadisələri, dinamik yükün miqdarını və toxunan səthlərdə sürtünmə qüvvələrini, yükün qeyri-bərabər paylanmasını və digər spesifik faktorları nəzərə almır. Ona görə də dişlərin hesabətında Hers düsturundan istifadə etdikdə, düstura bəzi əmsalların əlavə olunması vacibdir.

Real ötürmələrdə, dişin möhkəmiyyə hesabətında aparılan çarxla aparılan çarxın ilişmə addımları arasındakı fərqin qaçılmaz olmasına baxmayaraq ilişmənin tam bir dövrü ərzində yükün yalnız ilişməyə daxil olan bir cüt dişlə ötürülməsi qəbul olunur. Praktikada təsdiq olunmuşdur ki, dişləri əyilmə və sürüşmə deformasiyalarına və həmçinin kontakt zonasındakı deformasiyalara 7,8,9 dəqiqlik dərəcələri ilə hesablanmış ötürmələr, dişlərin hazırlanmasında yol verilə biləcək xətalara və çevrəvi addımlarda yaranan fərqin tam aradan qaldırılmasına zəmanət vermir.

Belə hallarda aparılan çarxın dişləri ilişmənin başlanğıcında, aparılan çarxın dişləri isə ilişmənin sonunda dişin zirvəsinə tətbiq olunmuş qüvvənin yaratdığı əyici momentin təsirindən maksimum gərginliklərə məruz qalırlar [1-2].

İlişmədə sürtünmə əmsalı kiçik qiymətlər ($f=0.05 \div 0.08$) aldığından, dişlərin sürüşməsi zamanı yaranan sürtünmə qüvvəsi nisbətən az olur. Ona görə də bu qüvvənin dişdə yaranan gərginliklərin yekun qiymətinə təsirini nəzərə almamaq olar.

Məsələnin qoyuluşu

Tədqiqat işinin aparılmasında qarşıya qoyulan ən əsas məqsəd isə elektromexaniki mühərriklərin çoxsaylı təcrubi tədqiqatların bazası əsasında dişli mexanizmlərin resursunun artırılmasını təmin edən metodikanın işlənib hazırlanmasıdır [3-22].

Məsələnin həlli üsulları

Aparılan çoxsaylı tədqiqatlar göstərir ki, dişli çarxlarda fırlanma zamanı baş verən yeyilmələrin qarşısını almaqdan ötrü layihələndirməni sıfır və qararlaşmış rejimlərdə işləyən ötürmələr üçün aparırlar [3-12].

Dişli çarx ötürmələrinin lahiyələndirəndirilməsi ilə məşğul olan mütəxəssislərə bu ötürmənin o qədər də keyfiyyətli həndəsi göstəricilərə malik olmadığı məlumdur.

Bu göstəriciləri müəyyən etməkdən və əsas parametrləri seçməkdən ötrü layihələndirmə mərhələsində ötürmə mexanizmlərində çarxların yerdəyişməsinə təsir edən yerdəyişmə əmsalını, ilişmədə dişlərin çıxışında yaranan sürüşmə əmsalını, dişlərin ilişməyə daxil olduğu və ilişmədən çıxdığı anda sürtünmə və xüsusi təzyiq əmsallarını minimallaşdırmaq təklif olunur.



Sürüşmə əmsalı, dişli çarxlarda dişlərin pillələrində sürüşmənin qiymətinə həndəsi və kinematik faktorların təsirini nəzərə almağa imkan verir.

Sürüşmə həddi, bir çarxdakı dişin bir profilinin kontakta girdiyi digər çarxdakı dişin profilini sıxması, dişlərin profillərinin yeyilməsinə gətirib çıxardır.

Sürüşmə əmsalı aşağıdakı kimi təyin olunur[2-3].

$$\lambda_1 = \frac{v_{sür}}{v_{k1k}} ; \quad \lambda_2 = \frac{v_{sür}}{v_{k2k}} \quad (1)$$

burada, $v_{sür}$ -dişlərin profillərinin sürüşmə sürətidir; v_{k1} və v_{k2} –kiçik və böyük dişli çarxların yerdəyişmə sürətidir.

Sürtünmədə sürüşmə əmsalları (λ_1 və λ_2) yerdəyişmə əmsallarından (x_1 və x_2) asılıdır. Yerdəyişmə əmsallarını (x_1 və x_2) dəyişməklə lahiyəçi istismar şəraitini yaxşılaşdıran λ_1'' və λ_2'' əmsallarının qiymətlərini müəyyən edə bilər.

Dişlərin ilişməyə daxil olduğu anda sürüşmə əmsalı aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\lambda_1'' = \frac{z_2 (\operatorname{tg} \alpha_{a2} - \operatorname{tg} \alpha_w)}{(z_1 + z_2) \operatorname{tg} \alpha_w - z_2 \operatorname{tg} \alpha_{a2}} \left(1 + \frac{z_1}{z_2}\right) ; \quad (2)$$

Dişlərin ilişmədən çıxdığı anda sürüşmə əmsalı:

$$\lambda_2'' = \frac{z_1 (\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_w)}{(z_1 + z_2) \operatorname{tg} \alpha_w - z_1 \operatorname{tg} \alpha_{a1}} \left(1 + \frac{z_1}{z_2}\right) \quad (3)$$

burada, z_1 və z_2 – uyğun olaraq kiçik və böyük çarxlardakı dişlərin sayıdır; α_{a1} və α_{a2} - kiçik və böyük çarxlarda dişin zirvə çevrəsinin profil bucaqlarıdır; α_w –evolvent profilli dişli çarx ötürməsinin ilişmə bucağıdır.

Buraxılabilən həddlər daxilində x_1 və x_2 –nin qiymətləri artdıqca sürüşmə əmsalı azalır.

x_1 və x_2 –nin qiymətlərini variasiya etməklə və λ_1'' , λ_2'' –nin qiymətlərini azaltmaqla λ_1'' və λ_2'' əmsalları arasındakı asılılığı azaltmaq olar:

$$\lambda_1'' \approx \lambda_2''$$

Belə ötürmələrdə dişlər çox az yeyildiyindən uzun müddət işləmə qabiliyyətini saxlaya biləcək. Bu zaman həm kiçik, həm də böyük çarx eyni qaydada uzun müddətli işləmə qabiliyyətini saxlayacaq.

Dişli çarx ötürməsində dişlərin möhkəmliyinə və yeyilməsinə qarşı təsir edən həndəsi parametrlərdən biridə xüsusi təzyiq əmsalıdır:

$$V = \frac{m}{P_{gat}} , \quad (4)$$

burada, m - dişli çarx ötürməsində dişin moduludur; P_{gat} - evolvent profilin gətirilmiş əyrilik radiusudur:

$$\rho_{gat} = \frac{\rho_1 * \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} , \quad (5)$$

burada, ρ_1 və ρ_2 – kiçik və böyük dişli çarxın dişinin əyrilik radiusudur.

Xüsusi təzyiq əmsalı (V) və dişin həndəsi ölçüləri (əyrilik radiusu və profilləri) dişlərin kontakt nöqtələrində yaranan kontakt gərginliklərinin qiymətinə göstərdiyi təsiri nəzərə almağa imkan verir.

Hers düsturunda xüsusi təzyiq əmsalını (V) nəzərə alsaq, onda yazarıq:

$$\sigma_H = 0.418 \sqrt{\frac{F_{HB} E_{gət}}{b_w m}}, \quad (6)$$

burada, F_{HB} –dişlərin ilişmə nöqtəsinin kontakt xəttindəki hesabi çevrəvi qüvvədir; $E_{gət} = \frac{2E_1 E_2}{(E_1 + E_2)}$ –

dişli çarx cütliyünün materialının gətirilmiş elastiklik moduludur; E_1 və E_2 -kiçik və böyük çarxların materiallarının elastiklik modullarıdır.

Xüsusi təzyiq əmsalının qütb nöqtəsində (P) ilişmə xəttində hesabatının aparılması tələb olunur.

Onda:

$$V_F = \frac{2(z_1 + z_2)}{z_1 z_2 \cos \alpha t g \alpha_w}, \quad (7)$$

burada, α - giriş konturunun baş bucağıdır.

x_1 və x_2 əmsalları böyüdükcə V_F - əmsalı kiçilir.

Xüsusi təzyiq əmsalı kiçildiyindən konstruktor x_1 və x_2 yerdəyişmə əmsallarını seçərkən kontakt gərginliklərini azalda bilər. Əgər sürüşmə əmsalları (x_1 və x_2) 2-dən, xüsusi təzyiq əmsal isə 1.5-dən az olarsa, onda dişli çarx ötürməsi yaxşı ötürmə hesab oluna bilər [23].

Dişli çarx ötürməsinin yeyilməyə qarşı resursunun hesabına baxaq:

Dişli çarxların hazırlanması və yeyilməsi ilə bağlı çoxlu sayda tədqiqatlar aparılmışdır [6-13].

Bu tədqiqatlar arasında ən çox diqqəti cəlb edən hesabatlar dişli çarxların dişlərinin yeyilməyə qarşı davamlılığı ilə bağlı mühəndislərin apardığı təcrubi tədqiqatlardır.

Aparılan tədqiqatlar arasında Y.A.Droslevin və onun davamçılarının tədqiqatları daha məqsədə uyğun tədqiqatlardır [15-17].

Bu tədqiqatçıların apardığı tədqiqatlara əsasən dişli çarx ötürməsinin yeyilməyə qarşı uzunömürlülüyünün hesabatı yeyilmə intensivliyinin (J) ölçüsüz kəmiyyətlərə görə aparılmasıdır.

Dişin üst səthinin yeyilmə qalınlığı:

$$\delta = IS, \quad (8)$$

burada, S-sürüşmə sürtünməsinin qət etdiyi yoldur.

Hers düsturuna əsasən kontakt sahəsində bir tsikldə ilişmədə sürüşmə sürtünməsinin qət etdiyi yol kiçik dişli çarxın ön tərəfdəki dişinin başlanğıc çevrəsi üçün (z_1 -çarxının):

$$S_1 = \frac{v_1 - v_2}{v_1}, \quad (9)$$

Böyük dişli çarxın arxa tərəfdəki dişinin dib çevrəsi üçün (z_2 -çarxının):

$$S_2 = \frac{v_1 - v_2}{v_2}, \quad (10)$$

burada, v_1 və v_2 –kiçik və böyük dişli çarxların çevrəvi sürətləridir.

Dişli çarx ötürməsi işlək vəziyyətdə olan zaman sürtünmədə qət olunan ümumi yol:



$$S=S_{1,2} n_{1,2} n_3; \quad (11)$$

burada, $n_{1,2}$ -kiçik çarxın fırlanma tezliyidir; n_3 - dişli çarxlarda ilişmə cütlüklərinin sayıdır. Nəzərə alsaq ki:

$$v_1 = \omega_1 \rho_1, \quad (12)$$

$$v_2 = \omega_2 \rho_2, \quad (13)$$

burada, ω_1 və ω_2 - kiçik və böyük dişli çarxların bucaq sürətləridir.

Onda:

$$\frac{\vartheta_{\text{sür}}}{\vartheta_1} = \frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{\omega_1 \rho_1 - \omega_2 \rho_2}{\omega_1 \rho_1} = 1 - \frac{1}{u_{12}} \frac{\rho_2}{\rho_1}; \quad (14)$$

$$\frac{\vartheta_{\text{sür}}}{\vartheta_1} = \frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{\vartheta_2} = \frac{\omega_1 \rho_1 - \omega_2 \rho_2}{\omega_2 \rho_2} = u_{12} \frac{\rho_1}{\rho_2} - 1; \quad (15)$$

burada, $u_{1,2}$ - ötürmə nisbətidir.

Təyin olunmuş ifadələri yerinə yazıb, müəyyən çevrilmələr etsək, onda dişli çarx ötürməsi üçün aşağıdakı ifadələri əldə edərik.

Dişin ön səthi üçün (kiçik çarxın başlangıç zirvə çevrəsi üçün):

$$t_1 = \frac{[\delta]}{2.25 I_1 \sqrt{q_n \frac{p_m}{E_{gət}} \left(1 - \frac{1}{u_{12}} \frac{\rho_2}{\rho_1}\right) n_1 n_3}}, \quad (16)$$

Dişin arxa səthi üçün (böyük çarxın başlangıç dib çevrəsi üçün):

$$t_2 = \frac{[\delta]}{2.25 I_2 \sqrt{q_n \frac{p_m}{E_{gət}} \left(u_{12} \frac{\rho_1}{\rho_2} - 1\right) n_2 n_3}}, \quad (17)$$

burada, $[\delta]$ –kiçik və böyük dişli çarxlarda buraxılabilən yeyilmələrdir; $I_{1,2}$ -kiçik və böyük çarxlarda dişin yeyilmə intensivliyidir; q_n –kontakt xəttinin bir metrinə düşən yüküdür; ϑ_1 və ϑ_2 – dişin ön və arxa səthlərinin yellənmə sürətidir.

Ötürmənin resursunu müəyyən edək:

Yeyilmənin buraxılabilən qiyməti $[\delta]$ istismar tələbləri əsasında verilir.

Buraxılabilən kinematik xəta və ya dişin möhkəmliyi yeyilmənin qarşısını alır.

Beləliklə, endirmə – qaldırma maşınlarında yeyilmənin buraxılabilən həddi ilişmə modulunun 0.4-misindən çox ola bilməz.

Dişli çarx mexanizmlərində düz dişli çarxlarda kontakt xəttinin 1 metrinə düşən güc aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$q_n = \frac{2K_H \beta K_H \vartheta T_2}{d_{w2} \cos \alpha b_w}, \quad (18)$$

burada, $K_{H\beta}$ - kontakt sahəsinin faktiki ölçülərinin nəzəri ölçülərindən fərqi nəzərə alan əmsaldır, $K_{H\theta}$ - ilişmədə dinamik təsirin hesabına yaranan yükün artmasını nəzərə alan əmsaldır; T_2 –böyük çarxa düşən burucu momentdir; d_{w2} –böyük çarxın başlangıç çevrəsinin radiusudur; α –ilişmə bucağıdır; b_w – ilişmədə çarxın işçi enidir.

Kontakt sahəsinin xarakterik nöqtələrində əyrilik radiusları (ρ_1 və ρ_2), dişin profilinin başlangıç (ρ_1) və son (ρ_2) əyrilik radiuslarının orta qiymətlərinə görə hesablanır[16].

Əgər başlangıç əyrilik radiusunun ($\rho_{b1,2}$) qiyməti hesabatdan əvvəl qəbul edilərsə, onda yeyilmənin müəyyən edilməsində xəta 30% -ə çata bilər.

Deyilənlərdən nəticə çıxararaq əyrilik radiuslarını aşağıdakı asılılıqlardan təyin edə bilərik:

$$\rho_1 = \frac{\rho_{H1} + \rho_{K1}}{2}; \quad (19)$$

$$\rho_2 = \frac{\rho_{H2} + \rho_{K2}}{2}; \quad (20)$$

Evolvent profilli dişli çarx mexanizmində kiçik dişli çarxda qapama bucağından asılı olan xarakterik nöqtə dişin zirvəsindən dişin modulunun 0.3 misli qədər geri qalan nöqtədir. Böyük dişli çarx üçün xarakterik nöqtə dişli çarxın dib çevrəsinə toxunan nöqtədir[16].

Kiçik və böyük dişli çarxlarda başlangıç əyrilik radiuslarının xarakterik nöqtələri uyğun olaraq aşağıdakı kimi müəyyən olunur:

$$\rho_{b1} = r_{\theta 1} \sin \alpha_1; \quad (21)$$

$$r_{\theta 1} = r_1 + 0.7m = m \left(\frac{z_1}{2} + 0.7 \right); \quad (22)$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{r_1 \cos \alpha}{r_{\theta 1}} = \frac{m z_1 \cos \alpha}{2 r_{\theta 1}}; \quad (23)$$

$$\rho_{b2} = r_{\theta 2} \sin \alpha_2; \quad (24)$$

$$r_{\theta 2} = a_w - r_{\theta 1}; \quad (25)$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{r_2 \cos \alpha}{r_{\theta 2}} = \frac{m z_2 \cos \alpha}{2 r_{\theta 2}}; \quad (26)$$

Dişlər yeyilən zaman ilişmənin həndəsi forması dəyişir və bu hal dişlərin profillərinin əyrilik radiuslarına xeyli dərəcədə təsir göstərir. Plastik yağlanma ilə təchiz olunmuş kiçik və böyük dişli çarxlar ilişməyə daxil olan zaman yeyilmiş profillərin əyrilik radiusları aşağıdakı kimi hesablanır[16]:

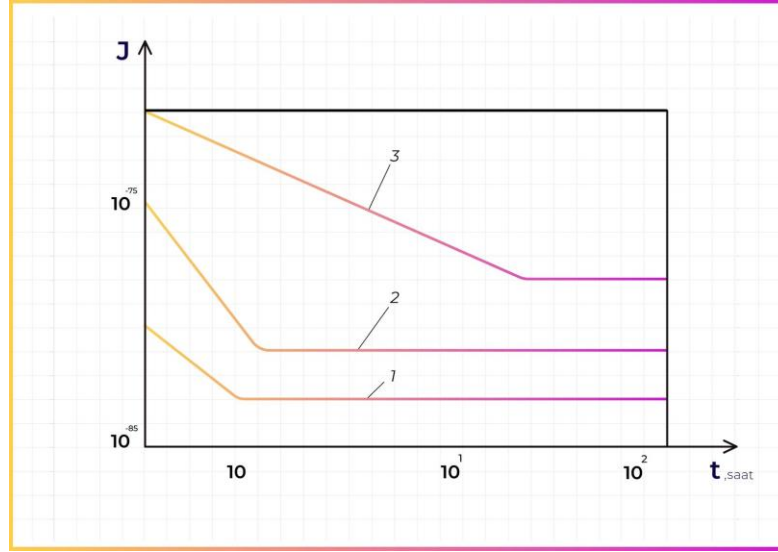
$$\rho_{k1} = \rho_{b1} + 330[\delta], \quad (27)$$

$$\rho_{k2} = \rho_{b2} + 550[\delta], \quad (28)$$

(16) və (17) ifadələrindəki intensiv yeyilmənin (I) parametirləri məlum deyil.



İntensiv yeyilmə çoxlu sayda faktorlardan asılıdır: dişli çarxın materialının fiziki və kimyəvi tərkibindən, yağlayıcı materialın növündən və xarakteristikalarından, dişli çarxların işçi şəraitindən (temperaturdan, təzyiqdən və.s.) və yüklənmə parametrlərindən asılıdır. Şəkil [3-17].



Şəkil 1. İntensiv yeyilmənin (J) zamandan asılılığını müəyyən edən qrafik.

1-u=2.5; 2-u=3.5; 3-u=4.8 (çarxın materialı polad 30XQC-dən hazırlanmışdır. Elektromexaniki mühərrik mexanizminin aşağı temperaturalarda (463 C°) dişli çarxında dişlərin yeyilmə intensivliyinin, normal temperatordakı yeyilmə intensivliyi ilə müqayisədə orta hesabla 15%-ə qədər artması yağlama materialının plastikliyinin azalması ilə əlaqədardır. Aparılan tədqiqatlardan əldə olunan nəticələri normal şəraitdə işləyən elektromexaniki mühərrik mexanizminin dişli çarxın resursunun qiymətləndirilməsində istifadə etmək olar.

Nəticə

Aparılan araşdırmalardan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, hal-hazırda dişli çarx mexanizmlərinin resursunun uzunömürlülüynü hesablamaqdan ötrü təcrübə tədqiqatların aparılması tələb olunur. Bütün dişli çarxlar üçün dişlərin yeyilməsi ilə çarxın işləmə müddəti arasındakı asılılığı müəyyən etməkdən ötrü, bu asılılığı iki xarakterik sahəyə bölmək tələb olunur: Birinci sahədə yeyilmə intensivliyinin azalması müşahidə olunur. Bu tsikl dişlərin işçi səthinə uyğun gəlir. İkinci sahədə yeyilmə intensivliyi sabitləşir və bu vəziyyət xeyli müddətdə davam edir.

ƏDƏBİYYAT

1. A.Q.Mustafayev “Texniki mexanika” 2013, (I hissə), 240 sah.
2. A.Q.Mustafayev “Texniki mexanika” 2015, (II hissə), 530 sah.
3. Drozdov Yu.N. Trenie i iznos — Journal of Friction and Wear, 1980, no. 3, pp. 417–423.

4. Drozdov Yu.N., Frolov K.V. Poverkhnost, fizika, khimiya, mekhanika — Surface, physics, chemistry, mechanics, 1982, no. 5, pp. 138–146.
5. Kragelskiy I.V., Dobychin M.N., Kombalov V.S. Osnovy raschetov na trenie i iznos [Basics of calculations for friction and wear]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1977, 526 p.
6. Kuzmin I.S., Razhikov V.N. Melkomodulnye tsilindricheskie zubchatye peredachi: Raschet, konstruirovaniye, ispytaniya [Small-module cylindrical gears: Analysis, design, testing]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1987, 272 p.
7. Nazhestkin B.P., Kovalev E.P. Bezhinar V.A. Trenie i iznos — Journal of Friction and Wear, 1986, vol. 7, no. 6, pp. 1116–1122.
8. Prokhorov V.P., Timofeev G.A., Chernyshova I.N. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie — Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building, 2015, no. 2 (959), pp. 14–21.
9. Garkunov D.N. Tribotekhnika. Iznos i bezopasnost [Tribotechnics. Wear and safety]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2001, 530 p.
10. Drozdov Yu.N. Vestnik mashinostroeniya — Journal Vestnik mashinostroeniya (Bulletin of Mechanical Engineering), 2003, no. 1, pp. 25–28.
11. Drozdov Yu.N., Yudin E.G. Obshcherossiyskiy nauchno-tekhnicheskii zhurnal “Polet” — All-Russian Scientific-Technical Journal “Polyot” (“Flight”), 2005, no. 1, pp. 43–50
12. Grib V.V., Sokol I.V. Trenie i smazka v mashinakh i mekhanizmach — Friction and lubrication in machines and mechanisms, 2006, no. 3, pp. 29–33.
13. Drozdov Yu.N. Problemy mashinostroeniya i nadezhnosti mashin — Problems of mechanical engineering and reliability of machines, 2003, no. 5, pp. 45–55.
14. Starzhinskiy V.E., Solimterman Yu.L., Tesker E.I., Goman A.M., Osipenko S.A. Trenie i iznos — Journal of Friction and Wear, 2008, no. 5, pp. 465–482.
15. Malikov A.A., Likhosherst V.V., Shalobaev E.V. Spravochnik. Inzhenernyy zhurnal — Handbook. An Engineering Journal, 2011, no. 9, pp. 2–11.
16. Malikov A.A., Likhosherst V.V., Shalobaev E.V. Spravochnik. Inzhenernyy zhurnal — Handbook. An Engineering Journal, 2011, no. 9, pp. 12–18.
17. Chichinadze A.V., ed. Trenie, iznos i smazka (tribologiya i tribotekhnika) [Friction, wear and lubrication (tribology and tribotechnics)]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2003, 576 p.
18. Grib V.V. Diagnosticheskoe modelirovaniye mekhanicheskikh sistem [Diagnostic modeling of mechanical systems]. St. Petersburg, Ekspertnye resheniya Publ., 2014, 448 p.
19. Timofeev G.A., Krasavin S.I. Privody i komponenty mashin — Machine Drives and Parts, 2014, no. 4 (12), pp. 2–5.
20. Timofeev G.A., Krasavin S.I. Privody i komponenty mashin — Machine Drives and Parts, 2015, no. 1 (14), pp. 4–7.
21. Sun Hong, Chang Xiaofang. Shenyang gongeye daxue xuebao, 2003, vol. 25, no. 2, pp. 98–100.
22. Wang Shu-ren, Yan Yu-tao, Ding Jin-yuan. Donbei daxue xuebao. Ziran kexue ban, 2004, vol. 25, no. 2, pp. 146–149.
23. Timofeev G.A., ed. Teoriya mekhanizmov i mashin. Kursovoe proektirovaniye [Theory of mechanisms and machines. Course designing]. Moscow, BMSTU Publ., 2012, 215 p

РАСЧЕТ РАБОЧЕГО РЕСУРСА ПЕРЕДАЧ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ МОТОРНЫХ МЕХАНИЗМАХ

Амир Мустафаев¹, Дарья Алиева²

¹Доцент кафедры “Механики” Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности, Азербайджан. Email: mustafaev-1959@mail.ru

²Магистр, факультет “Механики”, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Азербайджан. Email: aliyevaderya00@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Электромеханические двигатели применяются в отраслях, требующих высокой точности (авиация, оборонная промышленность, машиностроение, нефтяная промышленность и другие отрасли).

При длительной эксплуатации зубья в шестернях постепенно изнашиваются, изменяются профили и размеры зубьев, при зацеплении между ними возникает зазор. В результате снижается коэффициент полезной работы двигателя, увеличиваются его жесткость, кинематическая точность и динамическая нагрузка.

Интенсивность изнашивания зубов может варьироваться в широких пределах ($I = 10^{-3} \dots 10^{-12}$). Регулировка этих параметров снижает интенсивность травления на поверхности тонкого слоя материала.

В обычных атмосферных условиях тонкий слой материала диспергируется и на контактирующих поверхностях образуется оксидная пленка без скольжения. Использование смазочных масел в зонах контакта зубьев зубчатых колес предотвращает поглощение газа и жидкости рабочими зонами твердых или пористых жидких веществ и разрушение материала зубчатого колеса.

В рецензируемой статье представлена методика расчета ресурса зубчатой передачи по критерию износа в электромеханических двигателях. Полученные зависимости можно использовать при составлении отчетов о долговечности зубчатых передач. Они используются в авиации, космосе, оборонном комплексе и других отраслях промышленности, в том числе эксплуатируются в экстремальных условиях в нефтяной промышленности. Повышение работоспособности и ресурса зубчатых механизмов является одной из важных задач, стоящих перед исследователями и конструкторами.

Различные контактные напряжения и трение на профилях зубьев приводят к повреждению рабочих поверхностей зубьев.

Как в открытых, так и в закрытых передачах натяжение, создаваемое абразивными частицами с незащищенных от загрязнения рабочих поверхностей зубьев, вызывает абразивный износ зубьев.

При попадании изношенных зубьев в зацепление зазор между ними увеличивается, нагружает динамик и увеличивает шум, кинематическая точность передачи снижается. Это приводит к уменьшению прочности и площади поперечного сечения зубьев и даже к их поломке.

Электромеханические двигатели с агрегатным приводом состоят из шестерен с большим передаточным числом, электродвигателя, обычных цилиндрических передач эвольвентного профиля и планетарных или волновых передач на выходном каскаде.

Основной причиной выхода из строя электромеханических двигателей является износ рабочих поверхностей шестерен.

Основной целью проведения данного исследования является изучение зависимости различных смазочных материалов от задач сообщения прочности рабочих зон зубчатых механизмов в зависимости от условий эксплуатации.

Ключевые слова: шестерня, двигатель, фрикционное проскальзывание, износ, контактные напряжения.

CALCULATION OF WORKING RESOURCE OF GEAR IN ELECTROMECHANICAL MOTOR MECHANISMS

Amir Mustafayev¹, Darya Aliyeva²

¹Associate Professor, Department of Mechanics, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan.

Email: mustafaev-1959@mail.ru

²Master, Department of Mechanics, Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan.

Email: aliyevaderya00@gmail.com

ABSTRACT

Electromechanical motors are used in industries that require high precision (aviation, defense facilities, machine building, oil industry and other fields).

During long-term use, the teeth in the gears gradually wear down, the profiles and sizes of the teeth change, and the gap between the teeth occurs during engagement. As a result, the useful work coefficient of the engine decreases, its rigidity, kinematic accuracy and dynamic load increase.

The intensity of tooth wear can vary within wide limits ($I = 10^{-3} \dots 10^{-12}$). it depends. Adjusting these parameters reduces the intensity of etching on the surface of a thin layer of material.

Under ordinary atmospheric conditions, a thin layer of material is dispersed and an oxidation film is formed on the surfaces in contact without slipping. The use of lubricating oils in the contact areas of the teeth of the gear wheels prevents the absorption of gas and liquid by the working areas of solid or porous liquid substances from destroying the material of the gear wheel.

The reviewed article provides a methodology for calculating the gear transmission resource according to the wear criterion in electromechanical engines. The obtained dependencies can be used in reporting the longevity of gear transmissions. They are used in aviation, space, defense complexes and other areas of industry, including those used in extreme conditions in the oil industry. increasing the working capacity and resource of gear mechanisms is one of the important issues faced by researchers and designers.

Varying contact stresses and friction on the tooth profiles cause damage to the working surfaces of the teeth.

In both open and closed gears, the tension created by the abrasive particles from the working surfaces of the teeth, which are not protected from contamination, causes abrasive wear of the teeth.



When the worn teeth enter the mesh, the gap between them increases, loads the speaker and increases the noise, the kinematic accuracy of the transmission decreases. This leads to a decrease in the strength and cross-sectional area of the teeth and even to their breakage.

Aggregate-driven electromechanical motors consist of gears with a large transmission ratio, an electric motor, conventional cylindrical gears with an involute profile, and planetary or wave gears on the output stage.

The main reason for the failure of electromechanical motors is the wear of the working surfaces of the gears.

The main purpose of conducting this research is to study the dependence of various lubricants on the problems of reporting the strength of the working areas of gear mechanisms depending on the operating conditions.

Keywords: gear wheel, engine, friction slip, wear, contact stress.

LAZERLƏ MÖHKƏMLƏNDİRİLMİŞ POLADLARIN SƏTHİNDƏ BƏRKLIYIN PAYLANMASINA QALIQ AUSTENİTİN TƏSİRİNİN ARAŞDIRILMASI

Jalə Paşayeva¹, Ağəli Quliyev²

¹Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, “Materialşünaslıq və emal texnologiyaları” kafedrasının magistr tələbəsi. E-mail: jalepasayeva525@gmail.com

²Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, “Materialşünaslıq və emal texnologiyaları” kafedrası, dosent, t.ü.f.d. E-mail: aaquliyev@mail.ru

XÜLASƏ

Lazerlə möhkəmləndirmənin təsiri ilə emal edilən səth qatında faza və struktur çevrilmələri baş verir ki, bu səthə tribotexniki və möhkəmlilik xassələrini verməyə imkan yaradır. Tədqiqatda lazerlə möhkəmləndirilmiş qatın qalınlığına və bərkliyinə təsir edən əlavə amillər müəyyən edilmişdir. Aşkarlanmışdır ki, lazerlə tablanmış qatın qalınlığı austenit dənə ölçüləri ilə müəyyən edilir. Poladda seçilmiş legirləyici element lazerlə emal zamanı ən yüksək dərəcədə istilik keçiriciliyini aşağı salmalıdır. Tədqiq olunan poladların içərisində ən böyük tablandırma dərinliyi yüksək karbonlu silisiumlu legirlənmiş polad olmuşdur. Lazerlə möhkəmləndirmədə qatın bərkliyinə təsir edən qalıq austenitin miqdarı olduğu müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: legirlənmiş poladlar, termiki emal, lazerlə emal, möhkəmləndirmə, legirləyici element, qalıq austenit, dənə ölçüsü, struktur, bərklik.

Aktuallıq

Hal – hazırda lazerlə tablandırma üsulu sürətlə artmaqla müxtəlif poladlarda tətbiq olunur. Ən böyük maraq lazer texnologiyasından istifadə etməklə detalların işçi səthlərində yeyilməyə davamlılığı artırmaq və yüksək dəqiqlik əldə etməkdir. Bu məqsədlə tətbiq edilən həcmi tablandırma üsulu uzunmüddətli istismarı, stabil ölçünü təmin etməyi tələblərini təmin etmir. [1] Bir çox detalların lazerlə tablandırılması zamanı çox qalınlıqlı tablandırma qatı almaq tələb olunur. Bu işə başlıca olaraq məmulatın yüksəldilmiş kontakt gərginliyi üçün çox vacibdir. İkinci tərəfdən işçi səthdə pardaxlamadan sənra möhkəmləndirilmiş qatın qalmasının təmin etməsidir. Qalan bu möhkəmləndirilmiş qat 0,6-0,8 mm-dən az olmamalıdır. Çoxdandır bu deyilən yerinə yetirilmir. Qabaqcadan tabalmaya uğradılmış poladların lazerlə emal edilməsi haqqında çox məlumatlar var. [2,3]

Burada möhkəmləndirilmiş qatın qalınlığı 0,2...0,8 mm təşkil edir ki, bu da yüksək dəqiqlikli detallar və ölçücü alətlər üçün termiki emala imkan vermir. Eyni zamanda axrını mexaniki emalda imkan yaratmır. (məsələn pardaxlama, cilalama və.s.) [4].

Lazerlə möhkəmləndirilmiş qatın qalınlığının istilik keçirməsinə təsiri artıq lazımı qədər öyrənilmişdir. Bunun əsasında işlənən metodikalara əsaslanaraq möhkəmlənmiş qatın qalınlığını və bərkliyini lazımı qədər artırılması əlavə termiki emal yolu ilə yerinə yetirilir. Belə emal nəticəsində nisbətən strukturların sorbit yaxud trostitin alınmasını təmin edir.

İşin Məqsədi

Lazerlə möhkəmləndirilmiş qatın qalınlığını, bərkliyini lazımi qədər artırılması üçün karbonlu və azlegirlənmiş poladlarda əlavə termiki emalın aparılması, həmçinin işçi səthində yeyilməyə davamlılığını artırmaq və yüksək dəqiqlik əldə etməkdir.

Metodiki hissə

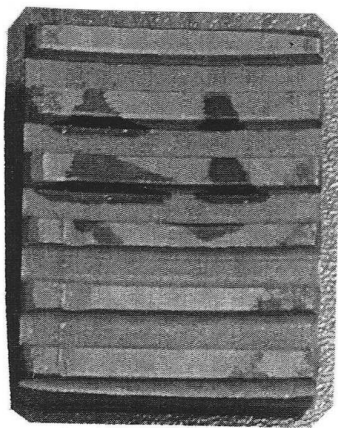
Metodiki hissədə lazerlə möhkəmləndirmə aparmaq üçün ilkin olaraq kəsmə emalı dəzgahında tətbiq edilən yumrucuq detallarının polad markaları seçilmişdir. Lazer emalının aparılmasına karbonlu və silisumlu azlegirlənmiş poladlar 40, 60C2, 80C2 qəbul edilmişdir. Bu poladların ilkin termiki emalından sonra tədqiq edilmişdir.

Poladların seçilməsi elə həyata keçirilmişdir ki, onlar 0.45 –dən 0.8%-ə qədər olmaqla karbonun və müxtəlif legirlənmiş elementlərin qata və bərkliyə təsirini müəyyən etməyə imkan verir. Bərklik TK-2M-də ГОСТ 9013-lə təyin edilmişdir.

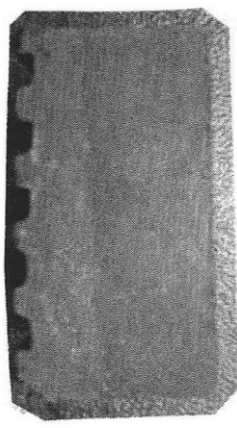
Lazerlə emalda fasiləsiz rejimdə ölçüsü 20*20*30 mm olan nümunələr aşağıdakı rejim üzrə yerinə yetirilmişdir: şüalanmanın gücü 1.25 Kvt, şüanın skanirləmə sürəti 5 mm/s xallanmanın diametri 9 mm. Nümunələrin lazer şüasının yaxşı udması üçün qabaqcadan əlavə olaraq termiki emala uğradılması CH3-3,6.2 /TOMI markalı sobada aparılmışdır. İlkin növbədə hazırlanmış nümunələr və detalın tutucu dişli hissələri lazer qurğusunda (IXUN lasertechnik GmbH) patron yumrucuğunun tutucu dişlərinin bərkidilməsi üçün polad 40, 60C2 və 80C2 poladdan hazırlanır. [3] Səthdə NK şüaları yaxşı udması və udma əmsalını yüksəltmək üçün səthə CF-504 örtüyü istifadə edilib və örtüyün qalınlığı 0,2/0,5 mm (bir neçə qatlı) qurudulmadan (2 saat) sonra nümunə və ya lazer modula yerləşdirilir və fırladılan lazer tablandırılması dərinliyindən və mikrostrukturunu yoxlamaq üçün metalloqrafik standartlardan istifadə edirlər. [4]

Metalların strukturunu öyrənmək üçün TOSHIBA firmasının istehsal etdiyi PMI OLYMPUS markalı optik mikroskopdan istifadə edilmişdir.

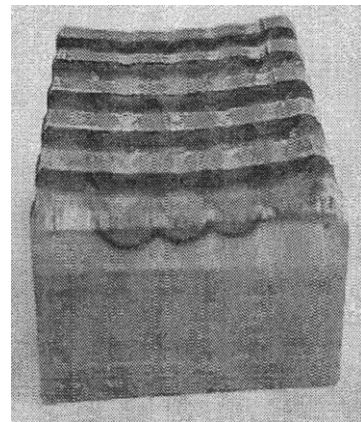
Detal və ondan hazırlanan nümunələrin lazerlə emaldan qabaq və sonra şəkil 1 –də göstərilmişdir



a



b

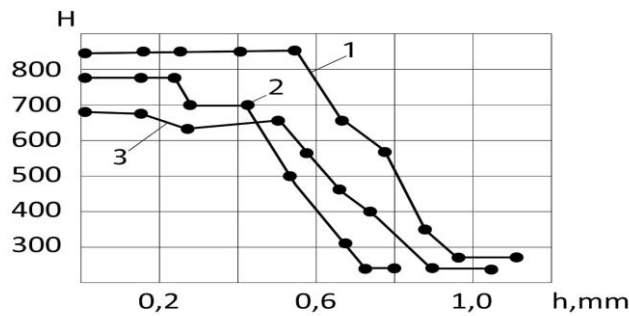


c

Şəkil 1. Detal hissəsindən hazırlanan mikroşliflər. a-Lazerlə emala qədər (a, b) və sonra (c)

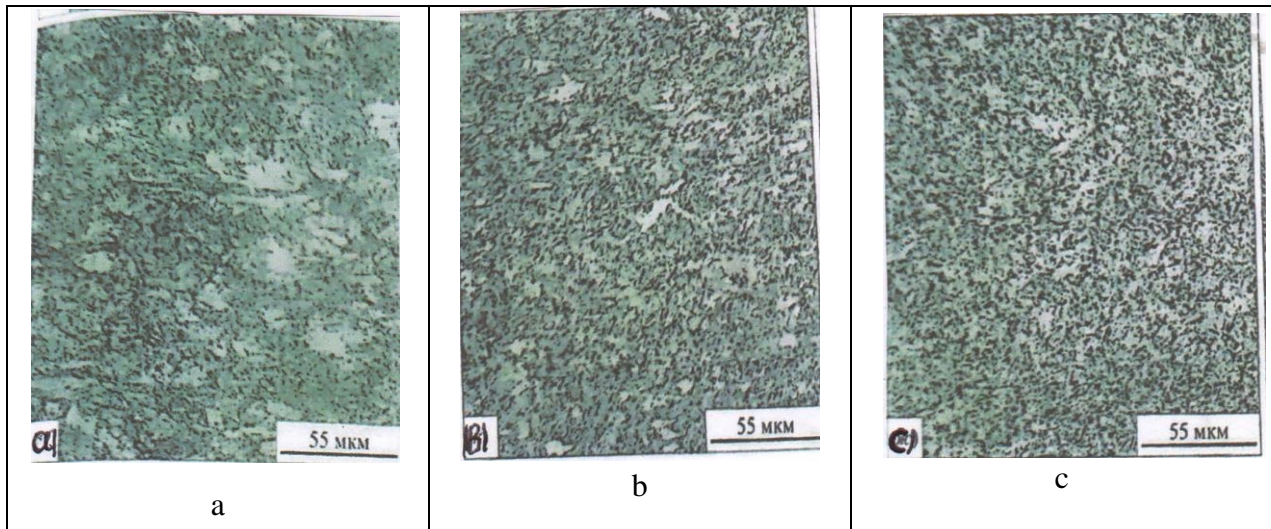
Tədqiqatın müzakirəsi və nəticələr

Tədqiqatın gedişindən aydın olmuşdur ki, evtektoidə qədər və evtektoid poladlarından müxtəlif strukturda bərkliklər də lazer tablanması müxtəlif olur. Ən yüksək ən böyük qalınlıq və bərklik evtektoid və 60C2-də , ən az isə evtektoidə qədər polad 45-də olmuşdur. Müxtəlif qalınlıqlı möhkəmləndirilmiş qatların yaranmasını tədqiq edilən poladların tablandırma temperaturu ilə izah olunur hansı ki, ən böyük qalınlıq evtektoidə qədər poladlarda olur. (polad 45 və 60C2) (şəkil 2) Nəticədə bu poladların tablandırma temperaturuna qədər lazerlə şüalanması zamanı çox da böyük olmayan qalınlıq qızır və martensit çevrilməsi məhdud həcmdə baş verir [6]. Evtektoid poladında tablandırma temperaturu aşağı olur . Tablandırılmış zonanın mikrostrukturunu tədqiqi (şəkil-3) nəticələri göstərir ki, evtektoidə qədər poladlarda onların strukturu qeyri bircinsdir . Polad 40-də martensit sahəsi aşkarlanmışdır. Bu sahənin bərkliyi çox yüksək olub H 750...800 olmaqla bərabər irsi ferrit sahəsini saxlayır. Evtektoid 80C2 poladında struktur tam martensitdən ibarətdir.



Şəkil 2. Lazerlə möhkəmləndirilmiş karbonlu və legirlənmiş poladlarda qalınlıq üzrə bərkliyin paylanması

1-60C2 ; 2-80C2; 3-polad 40

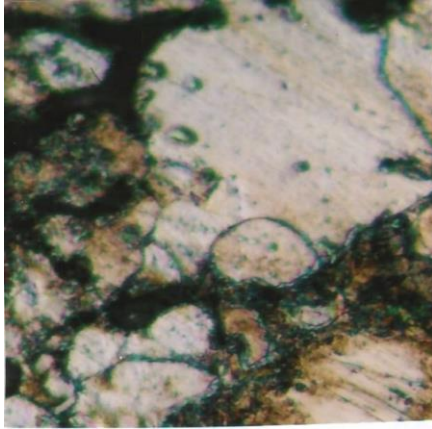


Şəkil 3. Polad 40 və 60 C2 poladların lazerlə tablandırmasından sonrakı strukturu

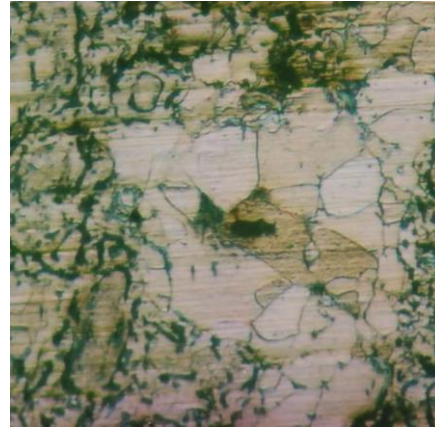


a-polad 40 , b-60C2 Γ , c-80C2*500

Lazerlə tablanmış qatın qalınlığı austenit dənələrinin ölçüsü ilə müəyyən edilir. Bu deyilənlərin təsdiqlənməsini 60C2 və 80C2 poladları üzərində tədqiqat aparmaqla dənə ölçüləri müəyyən edilmişdir. Dənələrin ölçüləri miqdarı metalloqrofik analizlə yerinə yetirilmişdir[7]. Dənələrin konturu(şəkil 4)oksidləşdirmə metodu ilə aşkarlanmışdır .Hər bir nümunədə dənələrin orta şərti diametri təyin edilmişdir.[8].Nəticədə aşağıdakı dənə ölçüləri alınmışdır.Burada hesablama xətası 2 mkm olmuşdur.



a



b

Şəkil 4. Dənələrin oksidləşmə metodu ilə konturunun təyin edilmiş görünüşü, a-polad 40; b-60C2

Aşkarlanmışdır ki, eutektoid poladlarının dənə ölçüsü 1,5 dəfə eutektoiddən sonrakı poladlardan çoxdur. Dənələrin ölçülərinin böyüməsi austenit çevrilməsini ləngidir. Eyni zamanda kristallaşma mərkəzlərinin yaranması dənə sərhədində üstünlük təşkil edir. Bu isə eutektoid poladının tablanmış qatının qalınlığının əlavə böyüməsinə gətirib çıxardır.

Cədvəl 1. Poladın dənə ölçüləri.

No	Poladın markası	Dənə ölçüsü, mkm
1.	40	22
2.	80C2	19
3.	60C2	17

Lazerlə legirlənmiş poladları şüalandırmada böyük tablandırma dərinliyi karbonlu poladlardan üstünlük təşkil edir. Tablandırma qatının qalınlığına poladın istilik keçirməsi güclü təsir edir. Legirlənmiş poladların istilikkeçirməsi karbonlu poladlarla müqayisədə 2 dəfə azdır. Tədqiq olunmuşdur ki, legirlənmiş poladların tablandırılması karbonlu poladlara nisbətən qalın qatı üzrə qızdırılır. Bu zaman istilik metalın daxilinə paylanır və yüksək istilikkeçirməyə səbəb olur və tablandırma temperaturuna qədər az qalınlıqlı qat qızdırılır.

Məlumdur ki, polada legirləyici element daxil etdikdə məlum qanunauyğunluq üzrə tablandırmanın böhran sürəti azalır. Onu deyək ki, lazer tablandırması zamanı metal içərisindən

istilik çıxması sürəti çox böyük olur. Bu amilin möhkəmlənən qalınlığa az təsirlidir, nəinki həcmi tablandırma. Odur ki, lazerlə tablandırmada polada daxil edilən elementlər düzgün seçilməlidir. Seçilən legirləyici elementlər poladın istilikkeçirməsini yüksək dərəcədə azaltmalıdır (məsələn, silisium). Tədqiqat göstərir ki, bir sıra legirlənmiş poladlarda (XBF, XBCF, 2X1, X12M, 7H3 və s.-də) tablandırma dərinliyi 60C2 poladından azlıq təşkil edir.[9]

Beləliklə, tablandırma qatının maksimal qalınlığı almaq üçün evtektoid poladı seçilməklə bərabər onların istilikkeçiriciliyini azaldan legirləyici elementlərlə zənginləşdirmək və əlavə termiki emala uğratdıqdan sonra trostit strukturunu almaq daha əlverişli sayılır.

Tədqiq olunan poladların müxtəlif bərkliyə malik olma səbəbini araşdırmaq üçün poladların lazerlə emaldan sonra qalıq austenitin miqdarı rentgenostruktur analizi ilə aşkar edilmişdir.

Tədqiqatın nəticələri polad 40, 80C2 VƏ 60C2 üzrə cədvəl 2-də aşkarlanmışdır.

Cədvəl 2. Poladın markasından qalıq austenitin və mikrobərkliyin asılılığı.

Polad	Aqal. , %	H
40	0	670
60C2	8	870
80C2	9	830

Cədvəl 2-də görüldüyü kimi qalıq austenitin miqdarı artdıqca mikrobərklik azalır. Evtektoid poladlarda qalıq austenit ən az olub (4 – 8%) intervalında dəyişir. Onda mikrobərklik H (830....880) olur.

Nəticə

1. Lazerlə tablandırmada legirləyici elementlərin poladın tablandırma dərinliyinin artması onun istilikkeçirməsinin azalması ilə müəyyən edilir.
2. Lazerlə möhkəmləndirilmiş atın bərkliyinə əsaslı dərəcədə qalıq austenitin miqdarı təsir edir. Evtektoid poladlarında qalıq austenitin miqdarı minimal səviyyədə olur.
3. Lazerlə möhkəmləndirmədə tablanmış qatın qalınlığını yüksəltmək üçün legirlənmiş evtektoid poladın seçilməsi məqsədəuyğun sayılır.
4. Polada daxil edilən legirləyici elementlər yüksək dərəcədə onun istilikkeçirməsinin yüksək dərəcədə azaltmalıdır və bu məqsədlə trostit strukturuna nail olunmaq şərti ilə qabaqcadan termiki emala uğradılmalıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. V. Biryukov. Lazernoye uprochneniye i legirovaniye staley. Tekhnologicheskoye oborudovaniye i tekhnologii, 2010. N4, c-33.

2. Kraposhin V.S. Zavisimost' glubiny zakalki staley i chugunov ot rezhaiyevlazernogo oblucheniye DIKHOM, 1988, №6, s-88.
3. L.S. Kremnev, Ye.V. Kholodnov, O. V. Vladimorova. Vybor staley, podvergayemykh lazernomu uprochneniyu // MiTOM, 1987, №9, S. 49.
4. Karimov C.A. Mashinqayirma. Bakı Chashıoglu, 2007 – 504s.
5. Biryukov V.P. Vliyaniye raspredeleniya plotnosti moshchnosti lazernogo lucha na povysheniye iznosostoykosti poverkhnostey treniya. Vestnik mashinostroyeniya, 2008, №3.
6. Bertuyayev B. Zavestovskaya M.M, Igoshin V.I. Sravnitel'nyy analiz dvukh i trekhstadiynykh termicheskikh tsiklov pri poverkhnostnoy lazernoy zakolke staley – Fizika i khimiya obrabotki materialov, 1986, №5, s88
7. Rudskoy A. I. Nauchnyye osnovy upravleniya strukturoy i svoystvami staley v protsessakh termomekhanicheskoy obrabotki. Moskva. Izdatel'stvo – RAN, 2019, S. 276.
8. N. G. Kolbasnikov, S. YU. Kondrat'yev. Struktura. Entropiya. Fazovyye prevrashcheniya i svoystva metallov. SP6; ↔ Nauka ≈, 2006, S. 363
9. Simonov M.YU., Simonov YU.N., Shaymanov G.S., Khanov A.M. Struktura, dinamicheskaya treshchinostoykosti i mekhanizmy razrusheniya zakalennykh i otnoshennykh konstruksionnykh staley // MiTOM. 2012, №11, C. 32-39.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСТАТОЧНОГО АУСТЕНИТА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ЛАЗЕРНО ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ

Гулиев Агали¹, Джала Пашаева²

¹Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, кафедра «Материаловедение и технологии обработки», степень магистра. E-mail: jalepasayeva525@gmail.com

²Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, кафедра «Материаловедение и технологии обработки» Преподаватель, кандидат технических наук. E-mail: aaquliyev@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Это происходит за счет ситуации, создаваемой обработкой лазерной установки, позволяющей создать этот эффект триботехнических и прочностных свойств. В ходе исследования были определены дополнительные факторы, влияющие на толщину и твердость лазерно-армированного слоя. Установлено, что толщина слоя лазерного покрытия определяется размером зерна аустенита. Выбранный легирующий элемент в стали должен в наибольшей степени снижать теплопроводность при лазерной обработке. Среди исследованных сталей наибольшую глубину табуляции имела высокоуглеродистая легированная кремнием сталь. Установлено, что количество остаточного аустенита влияет на твердость слоя при лазерном упрочнении.

Ключевые слова: легированные стали, термическая обработка, лазерная обработка, упрочнение, легирующий элемент, остаточный аустенит, размер зерна, структура, твердость.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF RESIDUAL AUSTENITE ON THE SURFACE HARDNESS DISTRIBUTION OF LASER HARDENED STEELS

Guliyev Agali¹, Jala Pashayeva²

¹Azerbaijan State University of Oil and Industry, Department of “Materials Science and Processing Technologies”, master’s degree. E-mail: jalepasayeva525@gmail.com

²Azerbaijan State University of Oil and Industry, Department of “Materials Science and Processing Technologies” Lecturer, PhD. E-mail: aaquliyev@mail.ru

ABSTRACT

Phase and structural transformations occur in the processed surface layer under the effect of laser strengthening, which allows to give the surface tribotechnical and strength properties. Additional factors affecting the thickness and hardness of the laser-enhanced layer were identified in the study. It was found that the thickness of the laser-coated layer is determined by the austenite grain size. The selected alloying element in steel should reduce thermal conductivity to the highest degree during laser processing. Among the studied steels, the greatest depth of tabulation was high carbon silicon alloyed steel. It was determined that the amount of residual austenite affects the hardness of the layer in laser strengthening.

Keywords: alloy steels, thermal processing, laser processing, reinforcement, alloying element, residual austenite, grain size, structure, hardness.



Redaksiya Heyəti və Beynəlxalq Məsləhətçilər

Azərbaycan

Cəmaləddin Aslanov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kafedra müdiri "Sənaye maşınları" kafedrası. Texnika üzrə elmlər namizədi.

Ələsgər Əliyev

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Kafedra müdiri "Mexanika" kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru.

Əli Hikmət Əhmədov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Fakültə dekanı "Neft-mexanika" fakültəsi. Texnika üzrə elmlər namizədi.

Əziz Əliyev

"AZİNMAŞ" ASC (Neft Maşınqayırma İnstitutu) direktoru.

İbrahim Həbibov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Sənaye maşınları" kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru, Professor

Qasım Məmmədov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Tədris işləri üzrə prorektor. Texnika üzrə elmlər namizədi.

Məleykə Məmmədova

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Sənaye maşınları" kafedrası. Texnika üzrə elmlər doktoru, Professor.

Tahir Cabbarov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Materialşünaslıq və emal texnologiyaları" kafedrası, Kafedra müdiri, Texnika üzrə elmlər namizədi.

Züleyxa Eyvazova

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Sənaye maşınları" kafedrası. Texnika üzrə elmlər namizədi, Dosent.

Almaniya

Xudaverdi Kərimov

Direktor "IXUN Lasertechnik Gmb". Texnika üzrə elmlər doktoru.

Türkiyə

Şevket Levent Ergün

Hacettepe Universiteti, "Mədən Mühəndisliyi" Fakültəsi, Professor

Yunus Türen

Karabük Universiteti, "Mühəndislik Fakültəsi" Metalurgiya və Material Mühəndisliyi, İstehsalat Metalurjiyası Şöbəsinin Müdiri. Professor.

Rusiya

İsgəndər Kuzeev

Ufa Dövlət Neft Texniki Universiteti, "Kimya istehsalının maşın və cihazları" kafedrası, Professor.

Editorial Board & International Advisors Azerbaijan

Alesgar Aliyev

Azerbaijan State Oil and Industry University, Head of Department “Mechanics”. Doctor of Technical Sciences.

Ali Hikmat Akhmedov

Azerbaijan State Oil and Industry University, The head of the faculty “Oil-Mechanics” Candidate of Technical Sciences.

Aziz Aliyev

“AZINMASH” OJC (Institute of Oil Mechanical Engineering) director.

Gasim Mammadov

Azerbaijan State Oil and Industry University, Vice-Rector for Academic Affairs. Candidate of Technical Sciences.

Ibrahim Habibov

Azerbaijan State Oil and Industry University, Professor “Industrial Machines”. Doctor of Technical Sciences.

Jamaladdin Aslanov

Azerbaijan State Oil and Industry University, Head of Department “Industrial Machines”. PhD in Technical Sciences.

Maleyka Mammadova

Azerbaijan State Oil and Industry University, Department “Industrial Machines”. Doctor of Technical Sciences, Professor.

Tahir Jabbarov

Azerbaijan State Oil and Industry University, Head of Department “Materials science and processing technologies”. PhD in Technical Sciences.

Zuleykha Eyvazova

Azerbaijan State Oil and Industry University, Associate Professor “Industrial Machines”. PhD in Technical Sciences.

Germany

Xudaverdi Karimov

Director of “IXUN Lasertechnik Gmb”, PhD in Technical Sciences, Associate professor.

Turkey

Shevket Levent Ergun

Hacettepe University, Faculty of Mining Engineering, Professor,

Yunus Turen

Karabük University, “Faculty of Engineering” Metallurgical and Materials Engineering, Head of Production Metallurgy Department. PhD in Technical Sciences.

Russia

Iskander Kuzeev

Ufa State Petroleum Technical University, Department of “Machines and devices of chemical production”, Professor.



AIMS AND SCOPE

IRETC MTÜ The Baltic Scientific Journals publishes peer-reviewed, original research and review articles in an open access format. Accepted articles span the full extent of the social and behavioral sciences and the humanities.

IRETC MTÜ The Baltic Scientific Journals seeks to be the world's premier open access outlet for academic research. As such, unlike traditional journals, IRETC MTÜ The Baltic Scientific Journals does not limit content due to page budgets or thematic significance. Rather, IRETC MTÜ The Baltic Scientific Journals evaluates the scientific and research methods of each article for validity and accepts articles solely on the basis of the research. Likewise, by not restricting papers to a narrow discipline, IRETC MTÜ The Baltic Scientific Journals facilitates the discovery of the connections between papers, whether within or between disciplines.

IRETC MTÜ The Baltic Scientific Journals offers authors quick review and decision times; a continuous-publication format; and global distribution for their research via IRETC MTÜ The Baltic Scientific Journals Online. All articles are professionally copyedited and typeset to ensure quality.

Those who should submit to IRETC MTÜ The Baltic Scientific Journals include:

1. Authors who want their articles to receive quality reviews and efficient production, ensuring the quickest publication time.
2. Authors who want their articles to receive free, broad, and global distribution on a powerful, highly discoverable publishing platform.
3. Authors who want their articles branded and marketed by a world-leading social science publisher.
4. Authors who want or need their articles to be open access because of university or government mandates.

NGO International Research, Education & Training Center (Estonia, Tallinn) is publishing scientific papers of scientists on Website and in Referred Journals with subjects which are mentioned below:

© **The Baltic Scientific Journals**

ISSN: 2613-5817; E-ISSN: 2613-5825; UDC: 0 (0.034);
DOI PREFIX: 10.36962/PIRETC
Proceeding of The International Research Education & Training Center.
<https://bsj.fisdd.org/index.php/piretc>

ISSN: 2674-4562, E-ISSN: 2674-4597, UDC: 620.9 (051) (0.034);
DOI PREFIX: 10.36962/ENECO
Proceedings of Energy Economic Research Center. ENECO
<https://bsj.fisdd.org/index.php/eneco-peerc>

ISSN: 1609-1620, E-ISSN: 2674-5224; UDC: 62 (051) (0.034);
DOI PREFIX: 10.36962/PAHTEI
Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions. PAHTEI
<https://bsj.fisdd.org/index.php/pahtej>

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055; UDC: 672, 673, 67.01-67.02
DOI PREFIX: 10.36962/ETM
ETM Equipment, Technologies, Materials
<https://bsj.fisdd.org/index.php/etm>

ISSN: 2733-2713; E-ISSN: 2733-2721; UDC: 33
DOI PREFIX: 10.36962/SWD
SOCIO WORLD-SOCIAL RESEARCH & BEHAVIORAL SCIENCES
<https://bsj.fisdd.org/index.php/swd>

E-ISSN: 2587-4713; UDC: 620.9 (051) (0.034)
DOI PREFIX: 10.36962/ECS
Economics
<https://scsj.fisdd.org/index.php/esc>



ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055

ETM

REFERRED & REVIEWED JOURNAL

Society of Azerbaijanis living in Georgia. NGO. (Georgia, Tbilisi) is publishing scientific papers of scientists on Website and in Referred Journals with subjects which are mentioned below:

© **Southern Caucasus Scientific Journals**

ISSN: 2346-8068; E-ISSN: 2346-8181; UDC: 611-618

DOI PREFIX: 10.36962/ALISJMSC

Ambiance in Life-International Scientific Journal in Medicine of Southern Caucasus.

<https://scsj.fisdd.org/index.php/ail>

Representation of the International Diaspora Center of Azerbaijan in Georgia. NGO (Georgia Tbilisi) is publishing scientific papers of scientists on Website and in Referred Journals with subjects which are mentioned below:

© **Southern Caucasus Scientific Journals**

ISSN: 2298-0946, E-ISSN: 1987-6114; UDC: 3/k-144

DOI PREFIX: 10.36962/CESAJSC

The Caucasus-Economic and Social Analysis Journal of Southern Caucasus

<https://scsj.fisdd.org/index.php/CESAJSC>

Title of the Paper (14 point, Bold, Times New Roman)

First Author's Name¹, Second Author's Name², Third Author's Name³,

¹Affiliation (Department, Faculty/College, Institution/University)

^{2,3}Affiliation of other authors, if different (Department, Faculty/College, Institution/University)

Corresponding author's email:

(Affiliation^{1,2,3} Times New Roman, 10)

Article Type: Refer to the section policy of journal for acceptable article types.

ABSTRACT

(Times New Roman, 12)

The manuscript should contain an abstract within 300 words. The manuscript should have a self-contained, citation-free abstract and state briefly the purpose of the research, methodology, key results and major conclusions. Abstract should be in a single paragraph with running sentences. Do not use any subheading or point list within the abstract. Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Keywords: Authors are advised to write 3-5 keywords related to the article, separated by comma. These keywords will be used for indexing purpose.

Introduction (Times New Roman, 12)

Mostly Papers start with introduction. It contains the brief idea of work, requirement for this research work, problem statement, and Authors contribution towards their research. Sufficient recent reference citation [1] from last 2 years should be included for showing the existing challenges and importance of current work. This section should be succinct, with no subheadings unless unavoidable [2, 3]. State the objectives of the work and provide an adequate background related to your work, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Research Methodology (Times New Roman, 12)

This part should contain sufficient detail to reproduce reported data. It can be divided into subsections if several methods are described. Methods already published should be indicated by a reference [4], only relevant modifications should be described. Methodology should be written concisely in detail by maintaining continuity of the texts.

Theory and Calculation (Times New Roman, 12)

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis. Do not add extensive basic definitions or well-known theories, instead highlight theoretical background and its specific usages in view of your work only.

Mathematical Expressions and Symbols (Times New Roman, 12)

Mathematical expressions and symbols should be inserted using **equation tool** of Microsoft word. References may be added for used equations to support its authenticity, e.g. this result has been analysed using Fourier series [5].

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right) \quad (1)$$

Results and Discussion (Times New Roman, 12)

This section may each be divided by subheadings or may be combined. A combined Results and Discussion section is often appropriate. This should explore the significance of the results of the work, don't repeat them. Avoid extensive citations and discussion of published literature only, instead discuss recent literature for comparing your work to highlight novelty of the work in view of recent development and challenges in the field.

Preparation of Figures and Tables (Times New Roman, 12)

Authors are supposed to embed all figures and tables at appropriate place within manuscript. Figures and tables should neither be submitted in separate files nor add at the end of manuscript. Figures and Tables should be numbered properly with descriptive title. Each Figure/Table must be explained within the text by referring to corresponding figure/table number. Any unexplained or unnumbered Figure/Table may cause rejection of the paper without being reviewed.

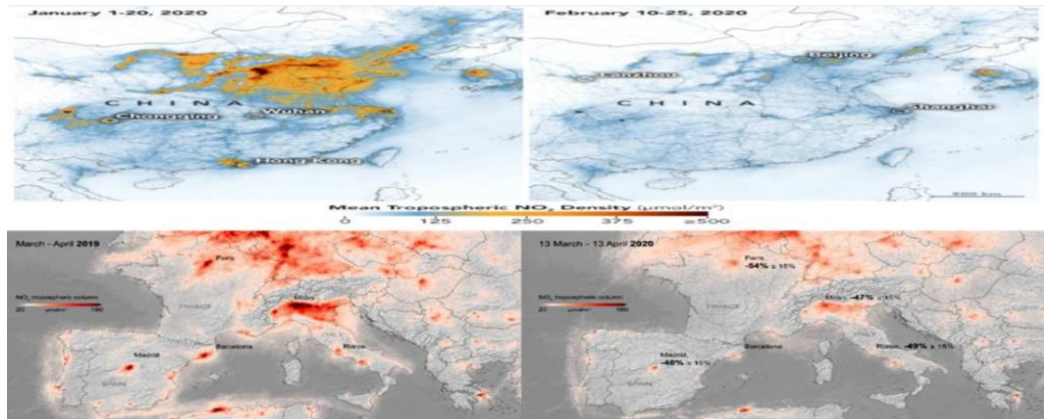
Formatting Tables (Times New Roman, 12)

Table should be prepare using table tool within the Microsoft word and cited consecutively in the text. Every table must have a descriptive title and if numerical measurements are given, the units should be included in the column heading. Formatting requirement has been summarized in the Table 1.

Table 1: Summary of formatting requirement for submitting paper in this journal.
 (Times New Roman, 12)

Layout	Size	Margin (Normal)	Header	Footer	
Single column	A4 (8.27" X 11.69")	Top=1" Bottom=1" Left=1" Right=1"	Do not add anything in the header	So not add anything in the footer	
Font	Article Title	Headings	Subheadings	Reference list	Text
	Times New Roman, 16 pt, Bold, centred	Times New Roman, 11 pt, Bold, Left aligned	Times New Roman, 10 pt, Bold, Left aligned	Times New Roman, 8 pt, Justified	Garamond, 11 pt, Justified
Line Spacing	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Page number	We will format and assign page numbers				

New
10)



(Times
Roman,

Figure 1: Logo of the AIJR Publisher (Times New Roman, 12)

Formatting Figures (Times New Roman, 12)

All figures should be cited in the paper in a consecutive order, author may be asked to provide separate files of the figure. Figures should be used in bitmap formats (TIFF, GIF, JPEG, etc.) with 300 dpi resolution at least unless the resolution is intentionally set to a lower level for scientific reasons. If a bitmap image has labels, the image and labels should be embedded in separate layer. Figure 1 shows the logo of AIJR Publisher.

Conclusions (Times New Roman, 12)

Each manuscript should contain a conclusion section within 250-450 words which may contain the major outcome of the work, highlighting its importance, limitation, relevance, application and recommendation. Conclusion should be written in continuous manner with running sentences which normally includes main outcome of the research work, its application, limitation and recommendation. Do not use any subheading, citation, references to other part of the manuscript, or point list within the conclusion.

Declarations (Times New Roman, 12)

Study Limitations (Times New Roman, 12)

Provide all possible limitation faced in the study which might significantly affect research outcome, If not applicable write, none.

Acknowledgements (Times New Roman, 12)

All acknowledgments (if any) should be included in a separate section before the references and may include list of peoples who contributed to the work in the manuscript but not listed in the author list.

Funding source (Times New Roman, 12)

Provide funding source, supporting grants with grant number. The name of funding agencies should be written in full, if no funding source exist, write, none.

Competing Interests (Times New Roman, 12)

Declare any potential conflict of interest exist in this publication.

Human and Animal Related Study (Times New Roman, 12)

If the work involves the use of human/animal subjects, each manuscript should contain the following subheadings under the declarations section-

Ethical Approval (Times New Roman, 12)

Provide ethical approval authority name with the reference number. If ethical approval is not required, provide an ethical exemption letter of not required. The author should send scan copy (in pdf) of the ethical approval/exemption letter obtained from IRB/ethical committee or institutional head.

Informed Consent (Times New Roman, 12)

Write a statement of informed consent taken from the participants to publish this research work. The editor may ask to upload scan copy if required.

References (Times New Roman, 12)

Author(s) are responsible for ensuring that the information in each reference is complete and accurate. **Do not use grey literature (unauthentic website, news portal, social media, Wikipedia etc) as reference, only scholarly literature (Journal, online books, proceedings, patents, authentic websites with permanent archival policy) are acceptable references.** Author should include sufficient recent (last 2 years) references in the article. All references must be numbered consecutively and citations of references in the text should be identified using numbers in square brackets (e.g., “as explained by AIJR [1]”; “as discussed in many reports [2]-[6]”). All references should be cited within the text correctly; do not add only list of references without citation within the text. All cited references should be listed after declarations section in the following style-

1. W. S. Author, “Title of paper,” Name of Journal in italic, vol. x, no. x, pp. xxx-xxx, Abbrev. Month, year. <https://doi.org/10.21467/ajgr>
2. Bahishti, “Peer Review; Critical Process of a Scholarly Publication”, J. Mod. Mater., vol. 2, no. 1, pp. 1.1-1.2, Oct. 2016. <https://doi.org/10.21467/jmm.2.1.1.1-1.2>
3. Bahishti, “A New Multidisciplinary Journal; International Annals of Science”, Int. Ann. Sci., vol. 1, no. 1, pp. 1.1-1.2, Feb. 2017. <https://journals.aijr.in/index.php/ias/article/view/163>
4. W. S. Author, “Title of paper,” Name of Journal in italic, vol. x, no. x, pp. xxx-xxx, Abbrev. Month, year. Access online on 20 March 2018 at <https://www.aijr.in/journal-list/advanced-journal-graduate-research/>
5. W. S. Author, “Title of paper,” Name of Journal in italic, vol. x, no. x, pp. xxx-xxx, Abbrev. Month, year. Access online on 5 March 2018 at <https://www.aijr.in/about/publication-ethics/>
6. M. Ahmad, “Importance of Modeling and Simulation of Materials in Research”, J. Mod. Sim. Mater., vol. 1, no. 1, pp. 1-2, Jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.21467/jmsm.1.1.1-2>

Main features of citation style are given as-

- The author name format is, "first name (Initial), middle name (Initial) and last name". This differs from other styles where author's last name is first.
- The title of an article (or chapter, conference paper, patent, etc.) is in quotation marks.
- The title of the book or journal is in italics.
- Online link of the original paper. If any reference is not available online, it should be modified with available online reference

Название статьи (14 пунктов, полужирный шрифт, Times New Roman)

Имя первого автора¹, Имя второго автора², Имя третьего автора³,

(Times New Roman, 12)

¹Принадлежность (кафедра, факультет/колледж, институт/университет)

^{2,3}Аффилиация других авторов, если отличается (кафедра, факультет/колледж, институт/университет)

Электронная почта ответственного автора:

(Times New Roman, 10)

Тип статьи: Информацию о допустимых типах статей см. в политике раздела журнала.

АННОТАЦИЯ (Times New Roman, 12)

Рукопись должна содержать аннотацию в пределах 300 слов. Рукопись должна иметь самостоятельный реферат без цитирования и кратко излагать цель исследования, методологию, основные результаты и основные выводы. Аннотация должна быть в одном абзаце с предложениями. Не используйте подзаголовки или список точек в аннотации. Кроме того, следует избегать нестандартных или необычных сокращений, но, если они необходимы, они должны быть определены при их первом упоминании в самом реферате. Ключевые слова: Авторам рекомендуется указывать 3-5 ключевых слов, относящихся к статье, через запятую. Эти ключевые слова будут использоваться для целей индексации.

Məqalənin adı (14 punkt, Qalın, Times New Roman)

Birinci Müəllifin Adı¹, İkinci Müəllifin Adı², Üçüncü Müəllifin Adı³, (Times New Roman, 12)

¹Afiliyasiya (Departament, Fakültə/Kollec, Müəssisə/Universitet)

^{2, 3}Əgər fərqlidirsə, digər müəlliflərin mənsubiyyəti (Departament, Fakültə/Kollec, Müəssisə/Universitet)

Savabdeh müəllifin e-poçtu:

(Times New Roman, 10)

Məqalə növü: Məqbul məqalə növləri üçün jurnalın bölmə siyasətinə baxın.

XÜLASƏ (Times New Roman, 12)



Əlyazmada 300 sözdən ibarət abstrakt olmalıdır. Əlyazma öz məzmunlu, sitatsız bir referat olmalıdır və tədqiqatın məqsədini, metodologiyasını, əsas nəticələrini və əsas alınmış nəticələri qısa şəkildə ifadə etməlidir. Xülasə davam edən cümlələrlə bir paraqrafta olmalıdır. Xülasədə heç bir alt başlıq və ya nöqtələr siyahısından istifadə etməyin. Bundan əlavə, qeyri-standart və ya qeyri-adi abbreviaturalardan qaçmaq lazımdır, onlara ehtiyac olduqda, onlar xülasədə qeyd edilməklə yerləri təyin olunmalıdır.

Açar sözlər: Müəlliflərə məqaləyə aid 3-5 açar sözü vergüllə ayıraraq yazmaları tövsiyə olunur. Bu açar sözlər indeksləşdirmə məqsədilə istifadə olunacaq.

Complete Detail of Each Author

Provide complete detail of each author in the following format as well as add each author with complete detail during online submission (step 3) in the same order as appears in the manuscript.

First Author's Full Name: **(Times New Roman, 12)**

Highest Qualification:

Department:

Post/Rank (If a student, provide course name and course year):

Affiliation (College/University/Institute) with postal address:

email id:

ORCID:

Mobile:

Second Author's Full Name: **(Times New Roman, 12)**

Highest Qualification:

Department:

Post/Rank (If a student, provide course name and course year):

Affiliation (College/University/Institute) with postal address:

email id:

ORCID:

Mobile:

Third Author's Full Name: **(Times New Roman, 12)**

Highest Qualification:

Department:

Post/Rank (If a student, provide course name and course year):

Affiliation (College/University/Institute) with postal address:

email id:

ORCID:

Mobile:

JOURNAL INDEXING



© THE BALTIC SCIENTIFIC JOURNALS

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM UDC: 62-44

©Publisher: IRETC. MTÜ (Estonia, Tallinn), R/C 80550594.

©Editorial office / Redaksiya: Harju maakond, Tallinn, Kesklinna linnaosa, Narva mnt 5, 10117

Telephones / Telefonlar: +994 55 241 70 12 (Whatsapp); +994 55 280 70 12.

Website/Veb səhifə: <https://bsj.fisdd.org/>; <https://bsj.fisdd.org/index.php/etm>

E-mail: sc.mediagroup2017@gmail.com

©Publisher: Azerbaijan State Oil and Industry University. I/C 1400196861 (Azerbaijan).

Acting rector: Vazeh Asgarov. PhD, Associate Professor.

Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.

©Editorial office: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ1010.

©Typography: Azerbaijan State Oil and Industry University I/C 1400196861 (Azerbaijan).

Registered address: 20, Azadlig pr., Baku, Azerbaijan, AZ 1010.

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055, DOI: 10.36962/ETM

EQUIPMENT TECHNOLOGIES MATERIALS

AVADANLIQLAR, TEXNOLOGİYALAR, MATERIALLAR

VOLUME 18 (05) ISSUE 06 2023

CİLD 18 (05) BURAXILIŞ 06 2023



<http://emtasoiu.com/index.php/en/archives>

<https://bsj.fisdd.org/index.php/etm>



Platform &
workflow by
OJS/ PKP

