

УДК: 691.699.86

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОГО РИСКА**HEAT INSULATION OF OBJECTS OF HIGHER RISK**

©Сазонова Ю. В.

*Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет (НИУ МГСУ)
г. Москва, Россия, iu.sazonowa@yandex.ru*

©Sazonova Yu.

*National Research University Moscow state university
of civil engineering (NRU MSUCE), Moscow, Russia, iu.sazonowa@yandex.ru*

Аннотация. Примерно пятая часть территории России расположена в Заполярье, здесь постоянно проживает примерно 1,5 миллиона человек и расположено около 30 крупных и средних городов. Не менее значимым фактором является концентрация на территориях севернее 67-й параллели большого числа освоенных и перспективных месторождений полезных ископаемых: нефти и газа в их числе. В связи с добычей и переработкой природных ископаемых необходимо развитие технологий строительства в условиях экстремально низких природных температур и вечной мерзлоты.

Строительства в таких регионах становится одним из приоритетов современного технологического развития, что и предусматривает создание специальных строительных систем, ориентированных на строительство объектов повышенного риска за полярным кругом. К таким объектам относят морские нефтеналивные суда, нефтегазовые платформы, оборудование для транспортировки нефтепродуктов, установки снижения газа, а также установки переработки нефти. В каждом из выше перечисленных объектов необходимо правильно подобрать изоляцию, которая будет обеспечивать высокую теплоизолирующую способность, а также быть огнестойкой и долговечной.

Abstract. About a fifth of the territory of Russia is located in the Arctic, there resides about 1.5 million people and is located about 30 large and medium cities. Another significant factor is the concentration of the territories north of the 67th parallel and mastered a large number of promising deposits of minerals: oil and gas among them. In connection с mining and processing of natural resources necessary to develop construction technologies in extremely low natural temperatures and permafrost.

Construction in these areas has become one of the priorities of modern technological development, which provides for the establishment of special construction systems, focused on the construction of high-risk facilities in the Arctic. These objects include marine tankers, oil and gas platforms, equipment for the transport of oil, gas reducing installation and installation of oil refining. In each of the above objects, you must choose the right insulation, which will provide a high insulation capacity, and be fire-resistant and durable.

Ключевые слова: теплоизоляция, огнестойкость, транспортировка, изоляция, нефтепродукты, заполярье, трубопроводы.

Keywords: thermal insulation, fire, transportation, insulation, oil, polar region, pipelines.

Развитие добычи полезных ископаемых ведет во всех странах, имеющих территории за полярным кругом. Значительный опыт накоплен британскими, канадскими и скандинавскими компаниями, в том числе и в плане добычи нефтепродуктов и на шельфе и с

автономных буровых платформ и в плане транспортировки этих продуктов в условиях отрицательных температур и суровых атмосферных воздействий. Отметим, при этом, что основной территорией, для которой разработаны проектные решения и на которой осуществлялась их реализация, является акватория Северного моря [1, 2].

Например, норвежская нефтяная платформа Troll (Рисунок 1) — это величественное чудо инженерной мысли. Является самым высоким за историю человечества сооружением, которое было перемещено относительно своей стартовой позиции, а именно отбуксировано на дистанцию более чем 200 километров в 1996 году в Северное море в 80ти километрах к Северо-Западу от города Берген на Юго-Западе Норвегии (Рисунок 2). Платформа стоит на морском дне на 303 метра ниже поверхности моря. Высота ее составляет 472 метра, что выше даже чем Эйфелева башня в Париже. Но стоит отметить, что в месте расположения платформы Troll проходит течение Гольфстрим, которое смягчает климатические условия.



Рисунок 1. Вид платформы Troll в настоящее время.

В России опыт сооружения и эксплуатации нефтегазовых платформ уступает зарубежному. Единственной платформой, которая ведет добычу нефтепродуктов на российском арктическом шельфе, является морская ледостойкая стационарная платформа (МЛСП) «Приразломная» (Рисунок 3). Добыча на этой платформе началась в 2014 году (арктическая нефть сорта Arctic Oil (ARCO)), а первый миллионный баррель нефти был добыт сентябре того же года.



Рисунок 2. Буксировка нефтегазовой Платформы Troll.

Применение теплоизоляции необходимо с точки зрения технологичности монтажа, пожарной безопасности, комфортности работы и минимизации затрат на все операции сопровождения технологического процесса.

Особые требования предъявляют к конструкциям и системам их изоляции, работающим в экстремальном (холодном или жарком) климате. В жарком климата, перегрев сырья или нефтепродуктов может привести к выделению летучих фракций, что, обуславливает повышение их содержания в помещениях объекта, при недостаточном уровне герметизации, а также чревато взрывом от любой искры. В условиях пониженных температур загустевание жидких углеводородов крайне нежелательно, так как нарушает технологию перекачки. В этом случае применяют системы обогрева с утеплением [3].



Рисунок 3. Морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная».

Теплоизоляция специализированных сооружений (связанных с технологией добычи, переработки и транспортировки углеводородов) должна соответствовать ряду требований. Во-первых, должна быть теплотехнически эффективной, (обеспечивать принятое для региона нормативное термическое сопротивление изоляционной оболочки). Во-вторых, быть не горючей и выдерживать не только расчетные температуры пожара (600°C), но и сохранять свои свойства при температурах $1000\text{—}1200^{\circ}\text{C}$ (такие температуры создаются при горении нефти в изолированных, или частично изолированных помещениях). В-третьих, теплоизоляционные изделия не должны содержать компоненты, поддерживающие горение, или выделяющие при горении токсичные вещества. В-четвертых, теплоизоляционные материалы должны быть энергетически эффективны, то есть затраты на устройство изоляционных систем (производство теплоизоляции, ее монтаж и эксплуатацию конструкций) должны окупаться в результате их применения в течение нормативного срока: от 5 до 10 лет.

Проведенные в МГСУ исследования показывают, что требованиям вполне отвечают теплоизоляционные изделия - плиты на основе модифицированного минерального волокна. Существует возможность изготовления как строительной, так и технической изоляции, а также систем с применением такой теплоизоляции [4, 5]. Для изоляции технологических и бытовых помещений используют плиты плотностью $80\text{—}100\text{ кг/м}^3$ и теплопроводностью до $0,040\text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Поверхностная плотность материала оболочки — 100 кг/м^2 .

Заслуживает особого внимания деятельность в данном направлении компании ROCKWOOL. Специалистами компании создан новый тип минерального волокна ROXUL с высоким содержанием глинозема и низким содержанием кремния. Минеральная вата на

основе таких волокон обладает повышенной прочностью и температуростойкостью. Биорастворимость этого волокна соответствует нормативным требованиям.

Системная оптимизация тепловой изоляции трубопроводов предполагает решение нескольких задач: оценку конструктивных параметров теплоизоляции трубопровода и, в частности, толщины теплоизоляции и способа ее монтажа; выбор способа теплоизоляции трубопровода: типа теплоизоляционного материала с учетом технологических особенностей его производства; оптимизацию затрат на изготовление этого материала.

В зависимости от условий применения изменяются и требования к теплоизоляционным материалам и системным решениям. В криотехнологиях предпочтение отдается материалам, имеющим закрытую пористость, максимально низкую теплопроводность и не разрушающимся при отрицательных температурах близких к абсолютному нулю, наиболее хорошо зарекомендовали себя изделия из пеностекла или вспученных вулканических стекол. Для большинства видов технической изоляции предпочтительным является использование изделий на основе каменной ваты, стеклянного или базальтового волокна. Из базальтового волокна изготавливают, теплоизоляционные холсты, жгуты, плиты и маты. Из минеральной ваты (каменной или стеклянной) изготавливают плиты, маты и фасонные изделия.

Особенностью этих материалов является высокая открытая пористость, что предполагает их обязательную защиту от атмосферных воздействий. Положительными их особенностями являются низкая плотность и теплопроводность, негорючесть, высокая гибкость и способность плотного прилегания к изолируемой поверхности. Крепление таких материалов осуществляют с помощью специальных бандажей или проволоки с последующим нанесением защитных штукатурок, закрепления специальных металлических кожухов, укладки (навивки) рулонных материалов: стеклохолстов, пропитанных модифицированным битумом.

Кабельный обогрев трубопроводов в сочетании с наружной его теплоизоляцией является наиболее перспективным с технологической точки зрения методом поддержания рабочего цикла разнообразных производственных процессов. Применение греющих кабелей в промышленности позволяет обеспечить требуемую температуру и вязкость передаваемых по трубам жидкостей. Поддержание оптимального температурного режима препятствует выпадению осадков, повышению вязкости и возникновению комков, снижению скорости передачи жидкости по трубе. За счет этого обеспечивается необходимый технологический режим и уменьшается риск возможных материальных потерь.

В системах изоляции нефтепроводов используют комбинированные решения: по металлу нефтепровода размещают (навивкой с рассчитанным шагом) нагревательный кабель, далее укладывается теплоизоляция (как правило, технические маты) и все защищается внешним атмосферостойким слоем.

Список литературы:

1. Rumiantcev B. M., Zhukov A. D., Bobrova E. Yu, Romanova I. P., Zelenshikov D. B., Smirnova T. V. The systems of insulation and a methodology for assessing the durability // MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604036>.

2. Zhukov A. D., Bessonov I. V., Sapelin A. N., Naumova N. V., Chkunin A. S. Composite wall materials // Italian Science Review. Iss. 2 (11); February 2014. P. 155—157.

3. Румянцев Б. М., Жуков А. Д., Смирнова Т. В. Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2014. № 3 (23). С. 3.

4. Rumiantcev B. M., Zhukov A. D., Zelenshikov D. B., Chkunin A. S., Ivanov K. K., Sazonova Yu. V. Insulation systems of the building constructions / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604027>.

5. Zhukov A. D. Bobrova Ye. Yu., Zelenshchikov D. B., Mustafaev R. M., Khimich A. O. Insulation systems and green sustainable construction // *Advanced Materials, Structures and Mechanical Engineering*. Vol. 1025—1026 (2014). Pp. 1031—1034.

References:

1. Rumiantcev B. M., Zhukov A. D., Bobrova E. Yu, Romanova I. P., Zelenshikov D. B., Smirnova T. V. Sistemy izolyacii I metodologiya ocenki dolgovecnosti [The systems of insulation and a methodology for assessing the durability] / *MATEC Web of Conferences*. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604036>.

2. Zhukov A. D., Bessonov I. V., Sapelin A. N., Naumova N. V., Chkunin A. S. Kompozitnye stenovye materialy [Composite wall materials] // *Italian Science Review*. Iss. 2 (11); February 2014. P. 155—157.

3. Rumyantsev B. M., Zhukov A. D., Smirnova T. V. energeticheskaya effektivnost' I metodologiya sozdaniya teploizolyacionnih materialov [Energy efficiency and methodology of thermal insulation materials] // *Internet VolgGASU Herald*. 2014. № 3 (23). Pp. 3.

4. Rumiantcev B. M., Zhukov A. D., Zelenshikov D. B., Chkunin A. S., Ivanov K. K., Sazonova Yu. V. Izolyacionniye sistemy stroitel'nyh konstrukciy [Insulation systems of the building constructions] // *MATEC Web of Conferences*. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604027>.

5. Zhukov A. D. Bobrova Ye. Yu., Zelenshchikov D. B., Mustafaev R. M., Khimich A. O. Izolyacionniye sistemy I zelenoye stroitel'stvo [Insulation systems and green sustainable construction] // *Advanced Materials, Structures and Mechanical Engineering*. Vol. 1025—1026 (2014). Pp. 1031—1034.