



УДК 622.276: 69.051

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЦЕМЕНТОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ И ОСНОВАНИЙ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОМЫСЛА

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF NANOCEMENTS FOR LAYING FOUNDATIONS AND FOOTINGS OF OIL AND GAS FACILITIES

Исмагилова Эльвира Римовна

кандидат технических наук,
магистр нефтегазового дела (Великобритания),
ведущий научный сотрудник управления научных исследований и стратегических разработок,
ООО «Научно-исследовательский и проектный институт Уфимского государственного нефтяного технического университета»
ismagilova_ER@npiugntu.ru

Бикбау Марсель Янович

доктор химических наук, академик РАН,
Генеральный директор,
ООО «Международный институт материаловедения и эффективных технологий»

Аннотация. Добыча нефти, попутного нефтяного и природного газа ведется на нефтяных и газовых промыслах, представляющих собой сложный технологический комплекс, включающий также сбор, подготовку и транспорт углеводородной продукции. Строительство объектов нефтегазовой инфраструктуры сопровождается многочисленными специфическими условиями, которые важно учесть на этапе планирования проекта. При проектировании объектов и сооружений, обеспечивающих основные технологические процессы при обустройстве месторождений системами сбора, транспорта и подготовки нефти, нефтяного газа и пластовых вод, а также систем хранения нефтепродуктов, необходимо предусматривать внедрение прогрессивных научно-технических решений, предусматривающих рациональное использование природных ресурсов и экономное расходование материальных, топливно-энергетических и трудовых ресурсов.

Ключевые слова: объекты нефтегазового промысла, обустройство месторождений, многолетнемерзлые породы, фундамент, наноцемент.

Ismagilova Elvira Rimovna

PhD, MSc (UK)
Leading research associate
of the Department of Research
and Strategic Development,
LLC «Research and Design Institute
of the Ufa State Petroleum
Technological University»
ismagilova_ER@npiugntu.ru

Bikbau Marcel Janovich

Grand PhD, academician
of the Russian Academy of Natural Sciences,
General Director,
LLC «International Institute of Materials
Science and Efficient Technologies»

Annotation. The extraction of oil, associated oil and natural gas is carried out in oil and gas fields, which are sophisticated technological complex, designed to collect, prepare and transport the hydrocarbon products. The construction of oil and gas infrastructure facilities is accompanied by numerous specific conditions that are important to take into account at the project planning stage. During designing facilities and structures, which provide the main technological processes in the development of fields with systems for collecting, transporting and treating oil, petroleum gas and formation waters, as well as storage systems for petroleum products, it is necessary to provide for the introduction of progressive scientific and technical solutions, envisaging the rational use of natural resources and economical spending material, fuel and energy as well as labor resources.

Keywords: oil and gas facilities, field development, permafrost, foundation, nanocement.

Нефтегазовая отрасль является одной из основополагающих отраслей, входящих в состав топливно-энергетического комплекса, являющегося основой экономики Российской Федерации. Она определяет объемы строительства объектов нефтегазовой инфраструктуры в зависимости от количества добываемых и потребляемых углеводородных ресурсов. Так, для добычи нефти и газа создается комплекс территориально разобщенных производственных сооружений, которые взаимосвязаны между собой системами трубопроводов, энергопередач и организацией работы.

Объекты технологической системы подразделяются на три основные группы, объединяющие сооружения по функциональному признаку: добывающие, перерабатывающие и транспортные. Ключевым объектом в добывающем узле технологической системы является центральный пункт сбора (ЦПС), представляющий собой комплекс сооружений, обеспечивающих последовательное проведение непрерывных, взаимозависимых технологических процессов по приему, подготовке и транспортированию нефти, газа и воды. Целесообразность размещения элементов комплекса на месторождении (УПН, пунктов сбора нефти и газа (ПС), ДНС, УПС, СУ, КНС, БКНС, КС, УПГ и др.) в каждом конкретном случае определяется технико-экономическими расчетами. При этом следует отметить, что во время строительства комплексов обустройства северных месторождений возникают специфические



сложности, связанные, во-первых, с удаленностью от промышленно развитых центров, во-вторых, с суровыми климатическими, ландшафтно-географическими и геологическими условиями, из-за которых затрудняется всесезонный доступ тяжелой техники, тем самым осложняются и увеличиваются в сроках ведения строительно-монтажные работы [1].

Применение типовых технологических модулей заводского изготовления и обеспечение их блочно-комплектной поставки является спасительным решением, ускоряющим проведение подготовительно-монтажных работ, проводимых непосредственно на площадке строительства. Однако наличие в геологическом разрезе северных месторождений многолетнемерзлых пород, а как следствие – пучинистых и просадочных грунтов, диктует закладку технологически выверенной конструкции фундамента и соответствующего устройства основания, отвечающих требованиям безопасной и длительной эксплуатации объектов на всем протяжении срока их службы. Меры по эффективной оптимизации строительно-монтажных работ должны включать применение экологически и экономически оправданных материалов, а также наукоемких технологий, доступных в условиях удаленности.

Основные производственные помещения, располагающие технологическое оборудование, а также вспомогательные постройки в виде объектов, зданий и сооружений с постоянным пребыванием в них обслуживающего персонала, а также блоки мелкого ремонта и хранения инвентаря и др. чаще всего являются стальными каркасными сооружениями, позволяющими выдерживать сравнительно небольшие нагрузки на фундаменты в виде перекрытий, стен, ветровых, снеговых и др. нагрузок.

Стальные вертикальные резервуары (РВС) предназначены для хранения нефти и нефтепродуктов, сжиженных газов, а также запасов воды для хозяйственных, производственных противопожарных нужд. РВС производятся со сварной или рулонной стенкой, передающей нагрузки от хранения жидкости на несущее фундаментное кольцо.

Помещения для тяжелого оборудования (котельные, компрессорные станции и т.д.) имеют блочно-комплектное исполнение. Нагрузки от такого бокса и установленного в нем оборудования передаются через опорные части днища на фундаментную конструкцию. Вне зависимости от объектов нефтегазовой инфраструктуры все существующие технические решения, направленные на обеспечение устойчивости оснований зданий и сооружений, соответствуют условиям [2], и практически всегда выполняются в свайном варианте. Сваи, при заглублении ниже кровли вечной мерзлоты, передают нагрузку на устойчивый, несжимаемый твердомерзлый грунт, являющийся прочным основанием для сооружения. Однако при обнаружении пластично мерзлых грунтов, не обладающих достаточной способностью для восприятия нагрузок от сооружений, приходится обращаться к дополнительным мерам по сохранению устойчивости оснований. Так, возможно прибегать к охлаждению грунтов при помощи установок сезонного и круглогодичного действия, однако в случае выхода охлаждающего оборудования из строя во время эксплуатации нефтегазовых объектов, неминуемо растепление вечномерзлых грунтов и возникновение просадочных явлений, в результате чего сооружения приходят в аварийное состояние.

Цемент – основной и универсальный строительный материал, применяемый на многих площадках строительства. При возведении наземных объектов обустройства месторождений цемент в том числе применяется в качестве заполнителя в бетонные конструкции и смеси для заполнения полых металлических свай [3].

Следует отметить, что цементный раствор на площадке строительства нефтегазовых объектов имеет различные назначения: в одном случае применяется при изготовлении бетона для фундаментов под некоторое технологическое оборудование, отбортование площадок, в другом – для заполнения свай. Однако широкое применение бетонных конструкций на объектах обустройства месторождений ограничено из-за сложности поставки готовых железобетонных изделий и цементного раствора с заводов, находящихся в центральной части страны. В связи с чем основным материалом фундаментных конструкций является сталь.

При этом свайное основание имеет ряд недостатков, таких как: дороговизна и высокая трудоемкость строительно-монтажных работ, сравнительно невысокая несущая способность по грунту и подверженность почвенной коррозии и т.д. – диктуют необходимость в поиске новых технологических решений по обустройству фундаментов и оснований. Одним из альтернативных способов крепления оснований является разработка материалов и технологий для сооружения малозаглубленных и поверхностных фундаментов [4].

Применение модифицированных портландцементов в производстве бетонов нового поколения, позволит добиться значительно улучшенных строительно-технических свойств материалов для устройства фундаментов объектов нефтегазового промысла. Так, составы бетонных смесей на основе наноцемента, разработанные ООО «Международный ИМЭТ», обладают существенно высокой долговечностью, прочностью до 57,6 МПа, морозостойкостью до 300 и т.д. [5].

В научной основе технологии получения наноцемента лежит открытие «Явления нанокапсуляции дисперсных веществ», которое определило новый научный подход к производству различных композиционных дисперсных материалов с наделением их выгодно отличающимися от первоначальных свойствами.



Суть технологии наноцементов заключается в совершенствовании последней стадии производства портландцемента введением полимерного модификатора при помоле клинкера совместно с минеральными добавками (до 70 % масс.) в широко применяемых шаровых мельницах цементных заводов без каких-либо изменений в оборудовании линий помола. В результате, так называемой, наномодификации портландцемента формируется дисперсный композит 400–600 м²/кг, характеризующийся наличием сплошной капсулы с толщиной стенок 30–100 нм, которая представляет собой структурированное полимерное вещество, оболочивающее зерна портландцемента.

Стоит отметить, что применение технологии наномодификации портландцементов позволяет не только радикально повысить классы прочности цемента, но и снизить в нем количество дорогого цементного клинкера, а значит в целом снизить удельные топливные затраты и выбросы CO₂, SO₂ и NOX на тонну цемента за счет замены содержания портландцементного клинкера в наноцементных на природный кварцевый строительный песок или металлургические шлаки, измельчаемые вместе с портландцементом до высокой дисперсности, что способствует активному формированию структуры цементного камня и как следствие обеспечивает высокие строительно-технические свойства бетонов.

Опыт применения цементов, приготовленных по технологии наномодификации, уже продемонстрировал заявленную высокую эффективность материала, применявшегося для строительства объектов, предназначенных для утилизации шлаков и зол, обезвреживания и захоронения высокотоксичных отходов и создания хранилищ радиоактивных и ядерных отходов. В связи с выше заявленным, данная технология имеет блестящие перспективы для ее адаптации к технологиям строительства объектов нефтегазового промысла, в частности – к устройству оснований и фундаментов зданий и сооружений.

Список литературы:

1. Нормы технологического проектирования объектов сбора, транспорта, подготовки нефти, газа и воды нефтяных месторождений ВНТП 3-85.
2. СНиП 2.02.04-88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах».
3. СП 24.13330.2021.
4. Минкин М.А., Потапова О.А. Особенности обустройства северных нефтяных и газовых месторождений России и основания и фундаменты зданий и сооружений объектов обустройства // Вестник МГСУ. – 2006. – № 1. – С. 180–187.
5. Комплексный подход к быстрому восстановлению разрушенных зданий и сооружений – вклад в развитие экономики замкнутого цикла / М.Я. Бикбау [и др.] // Технологии интеллектуального строительства. – 2022. – № 3. – С. 12–22.
6. Бикбау М.Я. Открытие явления нанокапсуляции дисперсных веществ: суть и значение // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2012. – № 10. – С. 14–19.

List of references:

1. Standards for technological design of facilities for collection, transport, treatment of oil, gas and water of oil fields VNTP 3-85.
2. BN&R 2.02.04-88 «Foundations and footings on permafrost soils».
3. BR 24.13330.2021.
4. Minkin M.A., Potapova O.A. Peculiarities of development of northern oil and gas fields of Russia and foundations of buildings and structures of development facilities // Vestnik MSCU. – 2006. – № 1. – P. 180–187.
5. Complex approach to the fast restoration of the wrecked buildings and constructions – a contribution to the development of the economy of the closed cycle / M.Y. Bikbau [et al.] // Technologies of the intellectual building. – 2022. – № 3. – P. 12–22.
6. Bikbau M.Y. Discovery of the phenomenon of nanocapsulation of dispersed substances: the essence and significance // Building materials, equipment, technologies of the XXI century. – 2012. – № 10. – P. 14–19.