Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>
Russian journal of transport engineering

2018, №4, Том 5 / 2018, No 4, Vol 5 <https://t-s.today/issue-4-2018.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/06SATS418.pdf>

DOI: 10.15862/06SATS418 (<http://dx.doi.org/10.15862/06SATS418>)

Статья поступила в редакцию 10.08.2018; опубликована 28.09.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Функ А.А. Строительство зданий и сооружений в экстремальных климатических условиях: особенности организации работ и используемых стройматериалов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018 №4, <https://t-s.today/PDF/06SATS418.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/06SATS418

For citation:

Funk A.A. (2018). The construction of buildings and structures in extremally climatic conditions: features of the organization of works and used materials. *Russian journal of transport engineering*, [online] 4(5). Available at: <https://t-s.today/PDF/06SATS418.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/06SATS418

УДК 67

Функ Александра Александровна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет», Москва, Россия
Промышленное и гражданское строительство
E-mail: vape.doc@yandex.ru

Строительство зданий и сооружений в экстремальных климатических условиях: особенности организации работ и используемых стройматериалов

Аннотация. В работе автором рассмотрены особенности организации работ и используемых стройматериалов при строительстве зданий и сооружений в экстремальных климатических условиях. Также исследованы особенности влияния климатических условий на качество и основные свойства строительных материалов, технологию организации строительства и пр. Высокий уровень сложности организации строительных работ, в частности, в условиях Арктики, вызван агрессивной внешней средой, перепадами температур (особенно низкими ее показателями в зимний период), земельные же работы осложняются вечной мерзлотой. Особенно это влияет на фундаменты глубокого заложения, трубы, цокольные панели, сваи. Автором отмечено, что на разрушение таких объектов влияет насыщенность их грунтовой водой с её циркуляцией снизу вверх. Также разрушающее воздействие оказывает и гидростатическое давление, морские, речные и озёрные воды, рядом с которыми возводится строительный объект.

Автор приходит к выводу, что возведение зданий и сооружений с учетом района строительства, который характеризуется определенными метеорологическими и природно-климатическими условиями, обладает определенными особенностями, соответственно, повысить эффективность строительства в экстремальных природно-климатических условиях – это комплексная многоплановая задача организации и технологии строительного производства, призванная повысить качество строительства, сократить сроки его выполнения, трудозатраты и стоимость работ.

Ключевые слова: строительно-монтажные работы; разрушение бетона; коррозия; стройматериалы

Известно, что строительство зданий и сооружений достаточно часто приходится осуществлять в экстремальных климатических условиях, к которым относят низкие температуры наружного воздуха, жаркий климат, районы с высокими ветровыми нагрузками, морское побережье с явно выраженной высокой влажностью воздуха.

В жарком климате, если температура окружающего воздуха выше 25⁰С и относительная влажность воздуха ниже 50 %, в качестве основной проблемы выступает обезвоживание строительных материалов в «мокрых» процессах, то есть при производстве бетонных и отделочных работ, уплотнении грунта при отсыпках. При выполнении технологических требований производства работ имеет место повышенный расход воды на поливку и дополнительный расход теплоизоляционных материалов.

Холодный климат также оказывает значительное влияние на производство строительных работ. Сегодня на территории северных районов России проводятся изыскания запасов природного газа и нефти. И освоение таких территорий сегодня должно сопровождаться проведением больших объёмов строительно-монтажных работ в короткие сроки [5].

Осложнение строительства и увеличение его стоимости связано с суровыми природно-климатическими условиями, разобщённостью и слабым развитием транспортных связей. Также строительной индустрии рассматриваемого региона необходим высококачественный крупный заполнитель для изготовления прочных и долговечных бетонов. При доставке его из других районов значительно увеличиваются транспортные расходы и, как следствие, повышается стоимость бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Мелкие же кварцевые пески, которые распространены на указанной территории, в соответствии с действующими стандартами, не могут быть применены для приготовления бетона, соответственно, получить прочные и долговечные бетоны посредством традиционных технологических приёмов в этих условиях достаточно сложно [7].

Данная проблема может быть решена посредством нового способа технологии бетона, основанного на пропитке его различными композициями. Уплотнение структуры бетона в результате пропитки значительно увеличивает его прочность, морозостойкость, стойкость к агрессивным средам, существенно улучшает целый ряд других его свойств. Необходимо отметить, что из-за применения указанной технологии стоимость бетонных и железобетонных изделий и конструкций значительно увеличивается. Соответственно, необходимо определить, в каких областях применение пропитанных бетонов будет достаточно обоснованно. В частности, при помощи технологии пропитки бетонов можно решить ряд ключевых проблем, связанных с разрушением несущих конструкций зданий и фундаментных оснований строительных объектов, расположенных на северных территориях.

В северных районах возводят как промышленные, так и гражданские здания, сооружения же бывают наземными, подземными и подводными. Наземные сооружения представлены различными вспомогательными объектами промышленного и гражданского строительства, наружными фундаментными опорами газо- и нефтепроводов, дорогами, мостами, резервуарами для хранения нефтепродуктов и пр. Обычно железобетонные конструкции таких сооружений эксплуатируются в достаточно сложных условиях, так как, кроме отрицательных температур воздуха, на них оказывают воздействие различные жидкости или соли, щёлочи или кислоты, имеющие неорганическое и органическое происхождения. Из-за морозной деструкции и агрессивного воздействия строители вынуждены возводить ряд сооружений, используя дефицитные стальные материалы (как, например, при сооружении нефтеперегонных заводов) [4].

Сложности возникают и при возведении на Севере подземных сооружений, и причина этому – вечная мерзлота. Особенно это влияет на фундаменты глубокого заложения, трубы, цокольные панели, сваи. На разрушение таких объектов влияет насыщенность их грунтовой водой с её циркуляцией (а иногда и агрессивных веществ) снизу вверх. Также разрушающее воздействие оказывают и температурные перепады, и гидростатическое давление. Кроме того, агрессивно воздействуют на подобные объекты морские, речные и озёрные воды.

Повышенный тепломассообмен, следствием которого является повышенная амплитуда температурных деформаций в строительных материалах и накопление влаги, способствует разрушению поверхностей стеновых панелей. Разрушение связано в основном с увлажнением бетона талыми водами в дневное время и замораживанием ночью в весенний период.

Нельзя не отметить и разрушение дорожных бетонов, так как условия их эксплуатации ещё более сложные. По причине низких отрицательных температур, многократного попеременного замораживания и оттаивания, увлажнения атмосферными осадками и грунтовыми водами, часто насыщенными солями, используемыми, чтобы предотвратить гололед – всё это сокращает срок службы бетонных дорожных покрытия до трёх-пяти лет.

Происходит разрушение и фундаментов зданий, возведенных на вечномёрзлых грунтах. Наиболее сильные разрушения бетона имеют место в верхнем слое сезоннооттаивающего грунта.

Свайные фундаменты также могут разрушаться за счет недостаточной морозостойкости, водонепроницаемости и трещиностойкости бетона, а также по причине наличия усадочных трещин. Соответственно, срок службы многих бетонных и железобетонных изделий и конструкций, эксплуатируемых в условиях Арктики, значительно менее расчётного. Снижение долговечности бетона происходит по причине суровых климатических условий этого региона [7].

Необходимо отметить, что главный фактор, определяющий морозостойкость бетона, – это структура его порового пространства, которая влияет на степень насыщения материала водой и кинетику образования льда в его порах. Растворённые в воде соли также изменяют механизм разрушения бетона при замораживании. Интенсификация химической коррозии связана с повышением концентрации солей в растворе по мере вымораживания пресного льда. При вымораживании пресного льда в порах бетона имеют место растворы, содержащие повышенную концентрацию солей, где посредством диффузии воды в структуре цементного камня происходит разрушение бетона. Соответственно, решающий фактор морозостойкости бетона определяется характером его капиллярно-пористой структуры.

Для увеличения морозостойкости бетона и его стойкости при совместном действии растворов солей и мороза, нужно увеличить плотность бетона посредством уменьшения объема открытых капиллярных пор. Опыт эксплуатации и научные исследования определяют, что бетонные конструкции могут разрушаться по ряду причин: нарушается структура цементного камня под воздействием физико-химических факторов; возникает коррозия арматуры по причине повреждения защитного слоя; происходит деструкция по причине многократного воздействия таких процессов, как попеременное замораживание и оттаивание, увлажнение и высыхание; нарушается структура из-за разности парциальных давлений и миграции воды из подземных частей конструкций к наземным [5].

Для предупреждения возможных повреждений конструкций и обеспечения их эксплуатационной долговечности, в строительной практике применяются различные технологические приёмы, которые можно объединить в три группы. При первом способе необходимо обеспечить достаточную плотности бетона через различные технологические воздействия. Здесь в процессе изготовления бетонной смеси используют применение

специальных цементов, высококачественных заполнителей, введение в её состав гидрофобизирующих и пластифицирующих добавок, стремятся максимально снизить водоцементное отношение; при помещении цементной смеси в опалубку ее хорошо уплотняют посредством вибрации, виброштампования и вибропрессования, вакуумирования и пр.

Эффективным является и способ, когда с помощью воздухововлекающих добавок в бетоне создают резервный объём воздушных пор, которые не заполняются при обычном водонасыщении, но доступны для проникания воды под давлением при воздействии мороза. Но эффект здесь может быть достигнут только при получении пор минимального размера, которые снижают прочность бетона вследствие воздухововлечения. Сегодня, для того, чтобы повысить морозостойкость, используются добавки, такие, как воздухововлекающие пластифицирующие или суперпластификаторы. Посредством таких добавок организуется дополнительное воздухововлечение в бетон, видоизменяется характер его пористости, после чего бетон по-другому воспринимает воздействие гидростатического давления при замерзании воды, и это приводит к повышению его морозостойкости [7].

При защищенности всех стенок пор возрастает устойчивость цементного камня к действию мороза, и по причине поглощения порами свободной воды замерзающий цементный камень уменьшается в объёме при понижении температуры, как и любое твёрдое охлаждаемое тело. Оттаивая, вода возвращается из пор в цементный камень, и защитное действие вовлеченного воздуха продолжается даже в случае попеременного замораживания и оттаивания. Посредством воздухововлечения повышается также сопротивление бетона разрушающему действию антиобледенителей.

Второй способ, позволяющий повысить стойкость бетона, – это карбонизация и пуццоланизация. Но он будет малоэффективен в кислых, углекислых и магниевых водах.

Применяя третий способ, производят специальную обработку уже готовых изделий: покрывают поверхности изделия гидроизоляционными материалами, окрашивая, оштукатуривая или обмазывая; осуществляют поверхностную пропитку бетонной конструкции веществами, которые химически реагируют с минералами цементного камня; пропитывают структуру бетона различными компонентами, чтобы повысить его эксплуатационную стойкость и прочность [7].

Посредством указанных способов возникает возможность не допустить к поверхности бетона различные агрессивные жидкости или газы. При этом прочностные и деформативные характеристики бетонов не изменяются. Однако третий способ, по нашему мнению, более эффективен, так как позволяет резко увеличить прочность и морозостойкость бетона, повысить его водонепроницаемость и пр. Указанный способ мало освещен в научной литературе, однако с его помощью можно решить большинство проблем, связанных со строительством и эксплуатацией зданий и сооружений в суровых арктических условиях.

Таким образом, возведение зданий и сооружений с учетом района строительства, который характеризуется определенными метеорологическими и природно-климатическими условиями, обладает определенными особенностями, соответственно, повысить эффективность строительства в экстремальных природно-климатических условиях – это комплексная многоплановая задача организации и технологии строительного производства, призванная повысить качество строительства, сократить сроки его выполнения, трудозатраты и стоимость работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёшина, Т. Строительство на мерзлоте: опыт и новшества. Сибирский форум: <http://sibforum.sfu-kras.ru/node/106> (Дата обращения 11.09.2018).
2. Гарипов К.К. Способы обработки бетонных и железобетонных изделий // Бюл. – 1981. – № 8.
3. Баженов Ю.М. Технология бетона: учеб. для студентов строит. вузов. – М.: АСВ, 2002. – 500 с.
4. Погонин А.О. Принципы формирования автономных жилых зданий в экстремальных условиях природного характера: Автореф. дис. ... канд. арх. – Москва, 2010. – 30 с.
5. Поросенкова К.В., Пучков М.В. Проектирование нового города в экстремальных условиях крайнего севера // Архитектон: известия вузов, приложение к № 34, 2011 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://archvuz.ru/2011_22/48 (дата обращения 12.09.2018 г.).
6. Строительство в высоких широтах. Принципы, возможности и перспективы. Строительный эксперт: <http://ardexpert.ru/article/5072> (Дата обращения 11.09.2018).
7. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А. Технология возведения зданий и сооружений для студ. строит. спец. – М.: Высш. шк., 2006. – 446 с.

Funk Alexandra Alexandrovna

Moscow state university of civil engineering (national research university), Moscow, Russia

E-mail: vape.doc@yandex.ru

The construction of buildings and structures in extremally climatic conditions: features of the organization of works and used materials

Abstract. The author considers the features of the organization of works and construction materials used in the construction of buildings and structures in extreme climatic conditions. Also, the features of the influence of climatic conditions on the quality and basic properties of building materials, construction technology, etc. the High level of complexity of the organization of construction works, in particular, in the Arctic, caused by the aggressive environment, temperature changes (especially low in winter), land work is complicated by permafrost. This especially affects deep foundations, pipes, basement panels, piles. The author notes that the destruction of such objects is affected by the saturation of their ground water with its circulation from the bottom up. Also has a destructive effect and hydrostatic pressure, sea, river and lake water, next to which the construction site is being built.

The author comes to the conclusion that the construction of buildings and structures, taking into account the construction area, which is characterized by certain meteorological and climatic conditions, has certain features, respectively, to increase the efficiency of construction in extreme climatic conditions-is a complex multi-faceted task of the organization and technology of construction production, designed to improve the quality of construction, reduce the timing of its implementation, labor and cost of work.

Keywords: construction work; demolition; concrete; corrosion; materials

REFERENCES

1. Alyoshina T. (n.d.). Construction on permafrost: experience and innovations. [online]. Available at: <http://sibforum.sfu-kras.ru/node/106> (in Russian). [Accessed 11.09.2018].
2. Garipov K.K. (1981). Methods of processing concrete and reinforced concrete products. 8.
3. Bazhenov Yu.M. (2002). Tekhnologiya betona. [*Technology of concrete.*] Moscow: ACB, p. 500.
4. Pogonin A.O. (2010). Printsipy formirovaniya avtonomnykh zhilykh zdaniy v ehkstremal'nykh usloviyakh prirodnogo kharaktera. [*Principles of the formation of autonomous residential buildings in extreme natural conditions.*] Moscow, p. 30.
5. Porosenkova K.V., Puchkov M.V. (2011). Designing a New City in the Extreme Conditions of the Far North. *Architecton: news of universities*, [online] 34. Available at: http://archvuz.ru/2011_22/48 (in Russian). [Accessed 12.09.2018].
6. (n.d.). Construction in high latitudes. Principles, opportunities and prospects. Construction expert, [online]. Available at: <http://ardexpert.ru/article/5072> (in Russian). [Accessed 11.09.2018].
7. Telichenko V.I., Terent'ev O.M., Lapidus A.A. (2006). Tekhnologiya vozvedeniya zdaniy i sooruzheniy dlya studentov stroitel'noy spetsial'nosti. [*Technology of erection of buildings and constructions for students of a building specialty.*] Moscow: High school, p. 446.