

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. № 1. (118). С. 6-24.

Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. № 1. (118). P. 6-24.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ

Обзорная статья

УДК 624.05

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.001

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА (ОБЗОР)

Сергей Дмитриевич Щев

*Фонд жилищного строительства Ямало-Ненецкого автономного округа,
Салехард, Россия*

shchevsergei@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется влияние на организацию строительно-монтажных работ дестабилизирующих факторов, присущих районам Крайнего Севера, таких как температура наружного воздуха, несущая способность грунтов, доступность строительных материалов, транспортная доступность, обеспеченность трудовыми ресурсами. Определены благоприятные периоды времени года для производства строительно-монтажных работ в условиях Крайнего Севера на примере г. Салехарда. Выявлена необходимость совершенствования методов организации строительства и применения современных методик риск-менеджмента.

Ключевые слова: Крайний Север, Арктика, строительство, организация строительства, строительно-монтажные работы в зимних условиях.

Цитирование: Щев С.Д. Анализ факторов, дестабилизирующих календарный график производства работ при строительстве в условиях Крайнего Севера (обзор). // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (118). № 1. С. 6–24. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.001.

Original article

ANALYSIS OF FACTORS DESTABILIZING THE CALENDAR SCHEDULE OF WORK DURING CONSTRUCTION IN THE CONDITIONS OF THE FAR NORTH (REVIEW)

Sergey D. Shchev

*Housing Construction Fund of Yamalo-Nenets Autonomous District,
Salekhard, Russia*

shchevsergei@mail.ru

Abstract. The article analyzes the influence of destabilizing factors inherent in the regions of the Far North on the organization of construction and installation works, such as outdoor air temperature, bearing capacity of soils, availability of building materials, transport accessibility, availability of labor resources. Favorable periods of the year for the production of construction and installation works in the conditions of the Far North are determined by the example of the city of Salekhard. The necessity of improving the methods of organizing construction and applying modern methods of risk management has been identified.

Keywords: Far North, Arctic, construction, organization of construction, construction and installation work in winter conditions.

Citation: S.D. Shchev. Analysis of factors destabilizing the calendar schedule of work during construction in the conditions of the Far North (review) // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2023. (118). № 1. P. 6–24. Doi: 10.26110/ARCTIC.2023.118.1.001.

Введение

Комплексное развитие районов Крайнего Севера является одним из важнейших направлений экономического развития Российской Федерации в современных внешнеполитических условиях. Условием для своевременного ввода объектов капитального строительства в эксплуатацию и соблюдения исходных технико-экономических показателей объектов капитального строительства является качественная организация строительства, учитывающая характерные особенности районов Крайнего Севера.

Значительной долей капитального строительства на территории

районов Крайнего Севера являются объекты социальной инфраструктуры, а именно многоквартирные жилые дома для расселения ветхого и аварийного жилищного фонда, детские сады, школы, кванториумы. Своевременная реализация проектов по строительству социальной инфраструктуры является одним из важнейших условий дальнейшего экономического развития районов Крайнего Севера.

Практический опыт показывает, что в запланированные сроки вводится не более 75% объектов капитального строительства. Например, на территории Ямало-Ненецкого автономного округа введено в эксплуатацию:

- в 2019 году – 58 000 м² жилых помещений из 88000 м² запланированных;
- в 2020 году – 82 900 м² жилых помещений из 144 000 м² запланированных;
- в 2021 году – 77 200 м² жилых помещений из 114 000 м² запланированных.

Основными причинами несвоевременного ввода объектов капитального строительства в эксплуатацию, за исключением сложной экономической, эпидемиологической и геополитической ситуации, являются применение подхода к организации строительного производства, не учитывающего влияния дестабилизирующих факторов, присущих районам Крайнего Севера, а также сложность принятия управленческих решений в условиях риска и неопределенности.

К основным дестабилизирующим факторам, характерным для районов Крайнего Севера, являются: температура наружного воздуха, несущая способность грунтов, доступность строительных материалов, транспортная доступность, обеспеченность трудовыми ресурсами.

Температурные ограничения

Температурные ограничения при строительстве в районах Крайнего Севера обусловлены низкими температурами в зимний период и значительной продолжительностью данного периода.

Дальнейшее рассмотрение влияния температурного режима произведено на примере г. Салехарда Ямало-Ненецкого автономного округа.

В целях определения распределения в течение года величины среднесуточной температуры воздуха на территории г. Салехарда, проанализирован массив данных по основным метеорологическим параметрам на территории в период с 2017 г. по 2021 г. включительно, размещенный на официальном сайте Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных [1]. На основании проанализированных данных подготовлен представлен-

ный на рисунке 1 график распределения среднесуточных значений температуры наружного воздуха на территории г. Салехарда, который отражает максимальные (t_{\max}) и минимальные (t_{\min}) среднесуточные температуры наружного воздуха, зафиксированные на ту или иную календарную дату в период с 2017 г. по 2021 г. включительно. Из графика на рисунке 1 видно, что территория г. Салехарда характеризуется продолжительным периодом преобладания устойчивых отрицательных температур.

Температура наружного воздуха влияет на технологию производства строительного-монтажных работ, таких как бетонирование монолитных конструкций, замоноличивание монтажных стыков железобетонных элементов конструкции, кладка каменных конструкций, отделочные работы, земляные работы, сварочные работы.

Рассматривая влияние температуры на технологию строительного-монтажных работ в разрезе положительных температур, можно сказать, что на территории г. Салехарда ограничений, обусловленных повышенными температурами, не ожидается, поскольку из графика на рисунке 1 видно, что превышение температуры 20°C носит единичный характер. При температуре наружного воздуха $18-20^{\circ}\text{C}$ обеспечивается наиболее эффективный ход гидратации при твердении цементного раствора [2]. Дальнейший анализ влияния температурных ограничений на производство строительного-монтажных работ выполнен в разрезе отрицательных температур.

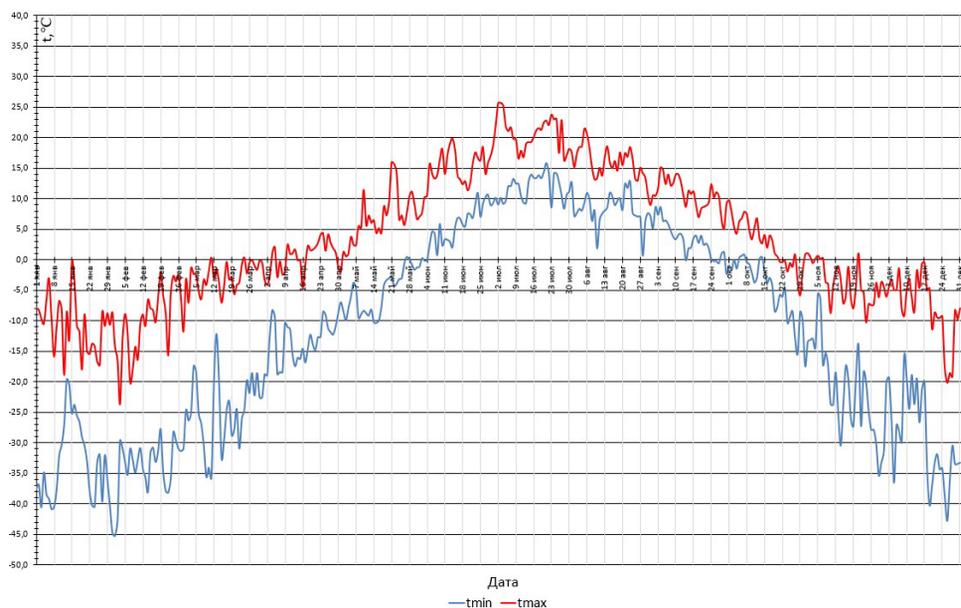


Рис. 1. График распределения максимальных и минимальных среднесуточных значений температуры наружного воздуха на территории г. Салехарда в период с 2017 г. по 2021 г. включительно

Производство строительно-монтажных работ в зимних условиях влияет на такие технико-экономические показатели, как продолжительность и трудоемкость строительства, стоимость производства работ, чистый доход и период окупаемости. Поэтому на этапе проектной подготовки инвестиционно-строительного проекта в целях определения наиболее благоприятного периода для производства тех или иных видов строительно-монтажных работ и достижения требуемых технико-экономических параметров необходимо понимание ожидаемого календарного срока наступления зимних условий.

Производством работ в зимних условиях является осуществление работ при следующих температурах наружного воздуха:

- среднесуточная температура ниже 5°C ;
- минимальная суточная температура ниже 0°C .

В целях определения наиболее благоприятного периода для производства строительно-монтажных работ определенного вида рассчитаны среднестатистические значения среднесуточной температуры на территории г. Салехарда в период с 2017 г. по 2021 г. включительно, график распределения которых по времени представлен на рисунке 2.

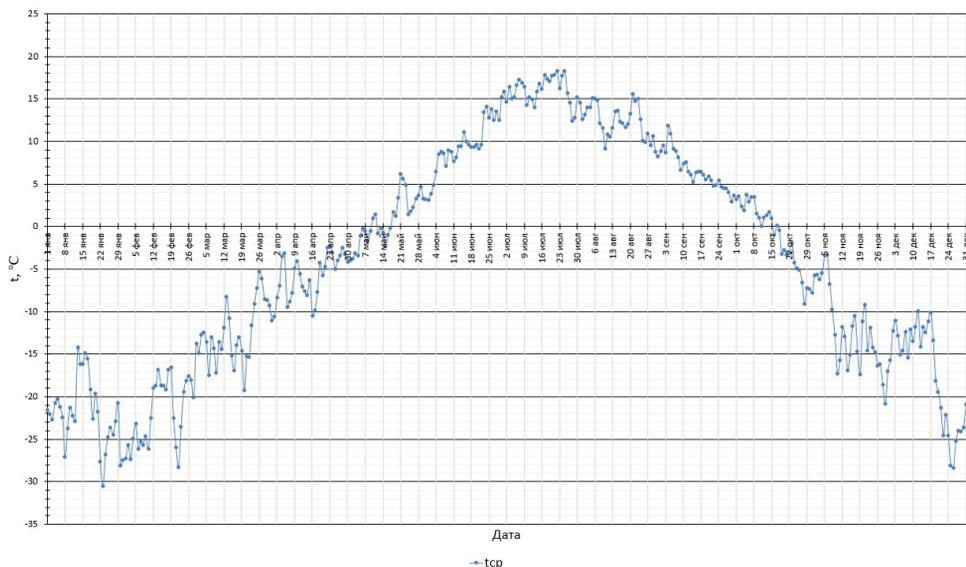


Рис. 2. График распределения среднестатистических значений среднесуточной температуры наружного воздуха на территории г. Салехарда в период с 2017 по 2021 г.

При температуре $18-20^{\circ}\text{C}$, обеспечивающей эффективный ход гидратации при твердении цементного раствора, период набора 70% проектной прочности бетона, что в большинстве случаев является условием для рас-

палубки бетонируемой конструкции и принятия решения о возможности дальнейшего нагружения конструкции, длится порядка 7 дней. Отклонение температуры наружного воздуха от 18–20°C как в сторону повышения, так и снижения температуры, влияет на период набора безопасной и полной прочности бетона, что отражено в матрице распределения времени набора прочности бетона в зависимости от температуры наружного воздуха, изображенной на рисунке 3.

Марка бетона M200 – M300 (раствор замешан на портландцементе M400 – M500)	Среднесуточная внешняя температура для бетона, град. Цельсия	Интервал твердения, сутки							
		1	2	3	5	7	14	28	
		Прочность бетона на сжатие (процент от марочной величины)							
	- 3	3	6	8	12	15	20	25	
	0	5	12	18	28	35	50	65	
	+ 5	9	19	27	38	48	62	77	
	+ 10	12	25	37	50	58	72	85	
	+ 20	23	40	50	65	75	90	100	
	+ 30	35	55	65	80	90	100	-	

- нормативно-безопасная прочность бетона на определенные сутки твердения,
- безопасная прочность бетона на определенные сутки твердения,
- полная прочность бетона на определенные сутки твердения

Рис. 3. Матрица распределения времени набора прочности бетона в зависимости от температуры наружного воздуха [2]

Из матрицы видно, что при снижении температуры наружного воздуха до 10°C и 5°C время набора бетоном безопасной прочности увеличивается до 14 и 28 суток соответственно. На основании изложенного следует вывод, что температура наружного воздуха способна значительно увеличить сроки реализации инвестиционно-строительного проекта.

При температуре наружного воздуха ниже 5°C прочность бетона, обеспечивающая безопасность бетонируемой конструкции, как видно из матрицы, не набирается. При производстве работ в зимних условиях для обеспечения набора необходимой прочности бетоном в соответствии с СП 70.13330.2012 применяются различные способы выдерживания уложенного бетона: способом термоса, с применением противоморозных добавок, с электротермообработкой бетона, с обогревом бетона горячим воздухом в тепляках.

При применении способа термоса разогретая до температуры от 5°C до 10°C бетонная смесь укладывается в термоизолированную опалубку. Способ термоса применим при температурах до минус 15°C с применением противоморозных добавок или до минус 20°C при бетонировании массивных конструкций [3].

При более низких температурах, до минус 40°C, применяется электротермообработка бетона методами:

- электропрогрева путем пропускания через заложенные в бетон электроды тока;
- электрообогрева заложенными в контактирующих с бетоном поверхностях (опалубка, греющие маты и одеяла) электронагревателями;
- индукционным методом за счет нагрева заложенной в бетон арматуры в результате воздействия электрического поля переменного тока от катушки-индуктора [3].

Применение обогрева бетона горячим воздухом целесообразно в замкнутых пространствах, поэтому такой метод применяют для обогрева монолитных перекрытий, внутренних стен и перегородок [3].

Помимо применения различных способов выдерживания уложенного бетона при производстве бетонных работ в зимнее время необходимо выполнять следующие условия:

- приготовление бетонной смеси с температурой, определенной расчетом, путем обогрева компонентов смеси и используемого технологического оборудования;
- увеличение продолжительности перемешивания бетонной смеси на 25% по сравнению с летними условиями;
- обогрев бетонной смеси при ее транспортировании в целях поддержания необходимой температуры смеси при ее укладке;
- применение методов бетонирования, исключающих замерзание бетонной смеси при ее контакте с основанием;
- паро- и термоизоляция неопалубленных поверхностей по окончании бетонирования;
- утепление выпусков арматуры на высоте не менее 0,5 м;
- отслеживание температуры уложенной смеси и фиксация показаний в специальном журнале [3].

Соблюдение условий набора прочности бетоном в зимних условиях требует значительных физических и материальных затрат, следовательно, повышает трудоемкость и стоимость работ. Наиболее простым и экономически выгодным методом бетонирования в зимних условиях является способ термоса [4].

Из графика распределения среднестатистических значений среднесуточной температуры на территории г. Салехарда, изображенного на рисунке 2, видно, что производство бетонных работ в летних условиях без применения дополнительных материальных и физических затрат возможно лишь в период с 23 мая по 24 сентября.

На основании матрицы распределения времени набора прочности бетона в зависимости от температуры наружного воздуха и графика распределения среднестатистических значений среднесуточной температуры на территории г. Салехарда подготовлена таблица 1, отражающая режим набора безопасной прочности бетона в летних условиях на территории г. Салехарда.

Таблица 1. Режим набора безопасной прочности бетона в летних условиях на территории г. Салехарда

Период времени	Температура наружного воздуха	Время набора безопасной прочности
03.06 – 22.06	от 5°C до 10°C	до 28 дней
23.06 – 30.06	от 10°C до 15°C	до 14 дней
01.07 – 27.07	от 15°C до 18°C	до 7 дней
28.07 – 28.08	от 10°C до 15°C	до 14 дней
29.08 – 22.09	от 5°C до 10°C	до 28 дней

Таким образом, при календарном планировании инвестиционно-строительного проекта необходимо учитывать ожидаемую температуру наружного воздуха для распределения бетонных работ в наиболее благоприятный период.

Основными бетонными работами при капитальном строительстве в условиях Крайнего Севера являются бетонирование свайного ростверка, бетонирование монолитной плиты проветриваемого подполья, бетонирование монолитных участков межэтажных перекрытий, бетонирование монолитных поясов, замоноличивание монтажных стыков.

Исходя из условий гидратации цементного раствора производство строительного-монтажных работ в зимних условиях влияет также на процессы кладки каменных конструкций. Каменные конструкции при производстве работ в зимних условиях допускается возводить следующими способами:

- с противоморозными добавками;
- на обыкновенных растворах с последующим прогревом;
- способом замораживания при условии обеспечения достаточной несущей способности конструкций в период оттаивания [3].

При производстве кладки без применения противоморозных добавок с дальнейшим обогревом кладки для набора раствором необходимой прочности по мере снижения температуры наружного воздуха значительно возрастают затраты на прогрев кладки. Такую кладку, исходя из условий наименьших энергетических затрат при минимальном периоде обогрева, целесообразно применять при производстве кладочных работ внутренних стен и перегородок после закрытия теплового контура объекта, что позволяет осуществлять двусторонний обогрев конструкции.

При кладке способом замораживания растворов необходимо соблюдать следующие требования:

- температура раствора должна соответствовать температуре, определенной проектом производства работ или технологической картой для конкретных условий производства работ;

- работы необходимо выполнять на всей захватке одновременно;
- во избежание замерзания раствора его следует укладывать не более чем на два смежных кирпича при выполнении версты и не более чем на 6-8 кирпичей при выполнении забутовки;
- приготовленный раствор не должен находиться на рабочем месте каменщика более 40 минут. Ящик для раствора необходимо утеплять или подогревать [3].

Немаловажной частью осуществления кладки методом замораживания является соблюдение требований оттаивания кладки для обеспечения безопасной прочности конструкции. Перед оттаиванием кладки необходимо разгрузить несущие каменные конструкции, предусмотреть временные крепления и усилить напряженные участки конструкции, снять с конструкций все не предусмотренные проектом нагрузки, такие как строительный материал, мусор и т.п. [3].

Таким образом, кладка строительных конструкций в зимних условиях требует не только дополнительных затрат энергии, но и высокой квалификации производственного персонала и качественной организационно-технической документации, что в совокупности обеспечивает соблюдение условий безопасности конструкции при ее оттаивании.

Производство сварочных работ в зимних условиях влечет за собой увеличение энергопотребления и возможное снижение прочности свариваемой конструкции. При температуре окружающего воздуха ниже минус 10°C необходимо иметь вблизи рабочего места сварщика инвентарное помещение для обогрева, при температуре ниже минус 40°C – оборудовать тепляк.

Исходя из требований СП 70.13330.2012 к производству сварочных работ стальных конструкций следует, что в зависимости от толщины свариваемых элементов и типа свариваемых конструкций без предварительного подогрева допускается производить работы:

- при сварке углеродистых сталей – не ниже температуры окружающего воздуха от минус 10°C до минус 30°C.
- при сварке низколегированных сталей – не ниже температуры окружающего воздуха от 5°C до минус 20°C [3].

В случае, если производство сварочных работ необходимо производить при температурах, ниже минимально допустимых, необходимо осуществлять местный прогрев конструкции в соответствии с требованиями технологической карты на производство сварочных работ в зимних условиях.

Таким образом, производство сварочных работ при отрицательных температурах требует увеличения затрат энергии, применения соответствующих методов производства работ, а также повышает риск снижения несущей способности сварного шва.

Отделочные работы при температуре наружного воздуха ниже 5°C осуществляются с применением противоморозных и специальных материалов. Температура оштукатуриваемой или шпатлюемой поверхности должна находиться в пределах от 5°C до 30°C. При температуре поверхности ниже 5°C следует осуществлять обогрев поверхности [3].

Работы по оштукатуриванию внутренних поверхностей осуществляются при температуре воздуха в помещении 10°C и выше. Температура раствора в момент его нанесения на оштукатуриваемую поверхность должна быть не ниже 8°C. Работы по оштукатуриванию внутренних поверхностей следует осуществлять при наличии центрального отопления или временных нагревательных приборов [6].

При осуществлении внутренних облицовочных работ температура облицовываемой поверхности должна быть не ниже 5°C. Растворы, клеи, мастики должны иметь температуру не ниже 15°C. В течение 15 суток после завершения отделочных работ необходимо поддерживать в помещении температуру не ниже 10°C. Работы по облицовке наружных поверхностей в зимних условиях осуществлять не рекомендуется [6].

Работы по отделке поверхностей с применением малярных растворов и рулонных материалов в зимних условиях осуществляются только в утепленных и отапливаемых помещениях. Поверхности, на которых осуществляется отделка, должны быть сухими и прогретыми. Малярные растворы необходимо нагреть до температуры не менее 15°C. После завершения работ по окраске поверхностей температуру в помещении необходимо сохранять не менее 3 суток. Окраска наружных поверхностей в зимних условиях осуществляется с применением специализированных материалов [6].

Производство земляных работ, таких как разработка котлована для монтажа фундамента здания, бурение лидерных скважин, зачастую целесообразно выполнять в короткий летний период, когда появляются наиболее благоприятные условия для производства бетонных работ. Земляные работы по разработке траншей и котлованов для монтажа инженерных сетей, емкостей-накопителей не всегда возможно осуществить в летний период, поскольку расположение таких объектов пересекается с временными зданиями и сооружениями, башенными кранами, площадками складирования материалов, изменить расположение которых невозможно при производстве работ на небольших земельных участках в стесненных городских условиях. Учитывая изложенное, возникает необходимость производства земляных работ в зимних условиях, что накладывает определенные ограничения на технологию производства работ. Перед разработкой мерзлого грунта необходимо произвести специальные мероприятия по подготовке грунта, позволяющие облегчить производство работ.

Применяют следующие методы производства земляных работ в зимних условиях:

- защита грунта от промерзания;
- предварительное рыхление грунта с последующей обработкой обычными методами;
- непосредственная разработка мерзлого грунта;
- предварительное оттаивание грунта с последующей обработкой обычными методами.

Применение того или иного метода производства земляных работ в зимних условиях влечет за собой использование специальных теплоизоляционных материалов, специализированной техники, дополнительных энергозатрат и увеличение операционного времени производства работ.

Несущая способность грунтов

Территории Крайнего Севера характеризуются наличием многолетнемерзлых грунтов. В большинстве своем грунты относятся к твердомерзлым или пластичномерзлым.

При проектировании объектов капитального строительства в условиях криолитозоны, исходя из геокриологических условий и результатов сравнительных технико-экономических расчетов, чаще всего применяется I принцип использования грунтов в качестве основания здания, подразумевающий использование многолетнемерзлого грунта в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения или с допущением их промораживания в период строительства и эксплуатации.

При строительстве на пластичномерзлых грунтах следует предусматривать мероприятия по понижению температуры грунтов до установленных расчетом значений. Сохранение грунтов в мерзлом состоянии осуществляется устройством вентилируемых подполий и холодных первых этажей, укладкой в основание здания вентилируемых труб, каналов или применение вентилируемых фундаментов, а также установкой сезонно действующих охлаждающих устройств (СОУ).

На практике чаще всего используется устройство проветриваемого подполья с установкой СОУ, что позволяет повысить несущую способность грунтов и восстановить нарушенный при строительстве и эксплуатации тепловой режим грунта.

В процессе архитектурно-строительного проектирования на основании расчетной нагрузки проектируемого объекта, воспринимаемой грунтовым основанием, и несущей способности грунта, определяемой на основании инженерно-геокриологических изысканий и испытания свай, рассчитывается необходимая температура грунта по глубине заложения

свай, позволяющая обеспечить необходимую несущую способность грунта для проектируемой нагрузки.

В период проведения строительно-монтажных работ и эксплуатации объекта капитального строительства на вечномёрзлых грунтах следует проводить геотехнический мониторинг, который заключается в ежемесячном геодезическом контроле осадок фундаментов, ежемесячном определении температуры грунта и ежегодном определении уровня грунтовых вод.

Согласно рекомендациям СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах» следует предусматривать предварительное охлаждение грунтов до начала возведения объекта капитального строительства. Такой подход подразумевает под собой устройство свайного поля и монтаж сезонно-действующих охлаждающих устройств с последующим технологическим перерывом не менее одного периода отрицательных температур [7].

Расчетная температура грунта, определяемая на стадии архитектурно-строительного проектирования, подразумевает приведение на основании полной проектной нагрузки. В целях сокращения сроков строительства, а именно периода с момента выхода на строительную площадку до ввода объекта в эксплуатацию, строительно-монтажные работы по возведению здания начинаются сразу после монтажа сезоннодействующих охлаждающих устройств и монтажа сети геотехнического мониторинга, поскольку до момента завершения первого периода отрицательных температур на основании объекта будет передана лишь часть проектной нагрузки.

При использовании такого подхода возникают риски возникновения вынужденной приостановки работ из-за неспособности грунта в промежуточном возрасте охлаждения выдержать передаваемую на него нагрузку без превышения допустимых величин осадок и нарушения безопасности конструкции. По результатам ежемесячного геотехнического мониторинга квалифицированными специалистами определяется возможность дальнейшего производства строительно-монтажных работ.

На строительной площадке объекта капитального строительства на территории Ямало-Ненецкого автономного округа по результатам геотехнического мониторинга состояния грунтов выявлено, что температура грунта, график изменения которой отражен на рисунке 4, на момент проведения геотехнического мониторинга достигла тех значений, которые позволяют передать на основание нагрузку только от конструкции железобетонного каркаса, кладки наружных стен из газобетонного блока и конструкции кровли. Производство последующих работ запрещено организацией, осуществившей разработку проектной документации.

Таким образом, несущая способность грунта при осуществлении строительно-монтажных работ в условиях Крайнего Севера оказывает значительное влияние на сроки реализации инвестиционно-строительного

проекта, вплоть до приостановки всех работ по возведению сооружения на строительной площадке.

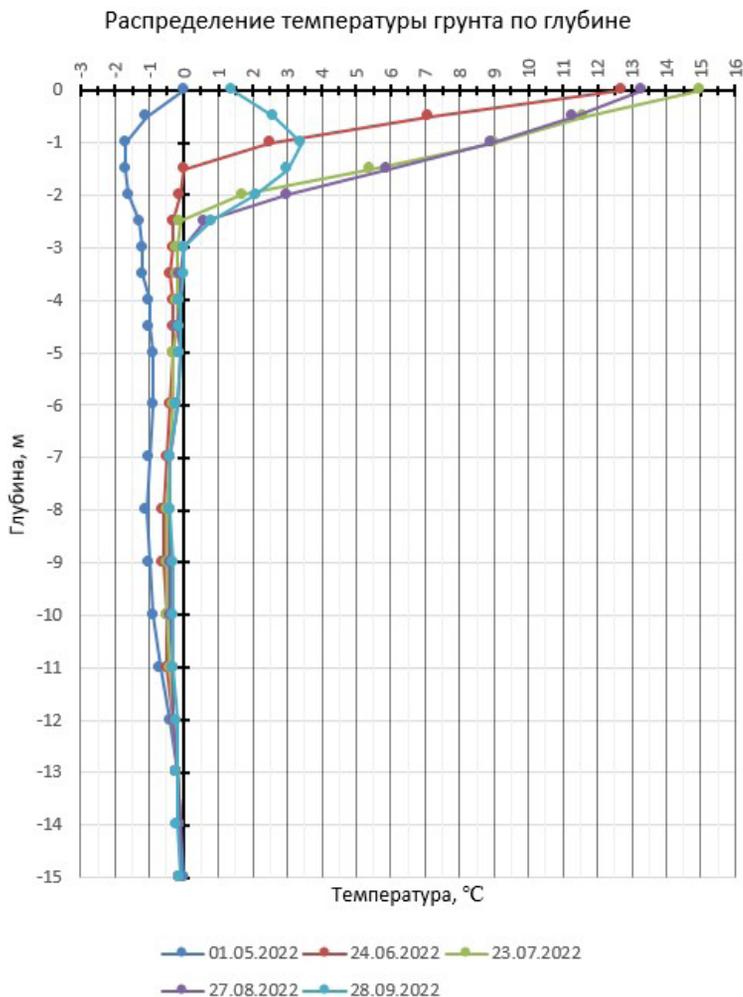


Рис. 4. График распределения температуры грунта

Помимо продолжительности производства работ наличие вечномерзлых грунтов влияет на проектные решения из-за ограничений по прокладке сетей теплоснабжения. При подземной прокладке необходимо осуществлять прокладку сетей теплоснабжения в проветриваемых каналах с искусственной или естественной вентиляцией, замену грунта в основании каналов и тоннелей на непроедающий, обеспечивать водонепроницаемость каналов и тоннелей, удаление случайных и аварийных вод из каналов и тоннелей. В целях исключения растепления грунтов основания объекта капитального строительства необходимо выдерживать

нормативные расстояния до фундаментов зданий и сооружений при прокладке тепловых магистральных сетей, что значительно осложняет процесс проектирования объекта в стесненных условиях городской среды [8].

Транспортная доступность

Районы Крайнего Севера, в особенности удаленные от районных центров муниципальные образования, характеризуются слабо развитой транспортной инфраструктурой.

Транспортная инфраструктура Арктической зоны состоит из трубопроводного, водного, автомобильного, железнодорожного и авиационного транспорта [9]. На рисунке 5 изображена карта путей сообщения и основных транспортных узлов районов Крайнего Севера.

Из карты, отраженной на рисунке 5, видно, что восточная часть районов Крайнего Севера представлена водным и автомобильным транспортом, а западная часть в свою очередь представлена преимущественно водным и железнодорожным транспортом. Значительная часть автомобильного транспортного пути представлена временными автомобильными дорогами — зимниками, устройство которых осуществляется на период отрицательных температур.



Рис. 5. Карта путей сообщения и основных транспортных узлов районов Крайнего Севера [9]

Характер развития транспортной инфраструктуры при реализации инвестиционно-строительного проекта в большей степени оказывает влияние на доставку строительных материалов и конструкций на строительную площадку.

Водные транспортные пути занимают значительную часть протяженности всей транспортной системы районов Крайнего Севера Российской Федерации, что отражено на карте. Использование речного водного транспорта ограничивается периодом его эксплуатации вследствие появления льда на речных транспортных путях. Ледостав в районах Крайнего Севера начинается в ноябре, а ледоход — в мае.

Доступность строительных материалов

Районы Крайнего Севера характеризуются малой доступностью строительных материалов и конструкций. На территории Российской Федерации предприятия, осуществляющие деятельность в сфере промышленности строительных материалов, преимущественно располагаются в южных регионах Урала и Сибири. Связано это с доступностью сырьевой базы, благоприятными условиями обработки исходного сырья и наличием развитой транспортной инфраструктуры.

Перечень строительных материалов собственного производства территории Ямало-Ненецкого автономного округа ограничивается песком и в отдельных муниципальных образованиях асфальтом из привозного сырья. Необходимые для строительства материалы и конструкции доставляются из других регионов Российской Федерации.

Рассматривая насыщение строительной площадки в г. Салехарде строительными материалами и конструкциями, можно выделить основные регионы-поставщики — Московская область, Челябинская область, Свердловская область, Омская область.

Необходимость обеспечения строительной площадки привозными материалами в совокупности с ограниченным по времени строительным сезоном и слабо развитой транспортной инфраструктурой накладывают на организацию строительства определенные ограничения.

Исходя из того, что большая часть строительных материалов доставляется на строительную площадку исключительно водным транспортом или сочетанием водного транспорта с железнодорожным/ автомобильным транспортом, период завоза строительных материалов ограничивается погодными условиями. Наиболее благоприятный период завоза строительных материалов с июня по сентябрь.

В связи с тем, что в течение 3-4 месяцев необходимо обеспечить строительную площадку объемом строительного материала для производства строительно-монтажных работ в течение года, возникает необходимость обустройства значительных по площади мест складирования материала. При осуществлении строительства в стесненных городских условиях территория строительной площадки зачастую не позволяет обеспечить хранение необходимого объема строительных материалов. Необходимо

предусматривать аренду дополнительных земельных участков для обустройства мест складирования, обеспеченных условиями для складирования материалов с особыми требованиями хранения.

Таким образом, отсутствие собственного производства на территории районов Крайнего Севера влечет за собой значительные издержки на доставку и хранение материалов и конструкций, что значительно влияет на инвестиционную привлекательность строительства в условиях Крайнего Севера. Ограниченный период завоза строительных материалов требует качественной проработки графика поставки материалов на этапе проектной подготовки.

Обеспеченность трудовыми ресурсами

Для достижения целей архитектурно-строительного проекта в условиях Крайнего Севера необходимо задействовать высококвалифицированный инженерно-технический и рабочий персонал.

Территории районов Крайнего Севера характеризуются высоким уровнем дефицита кадров всех областей экономики, в том числе и строительной промышленности. Дефицит кадров обусловлен оттоком трудоспособного населения из-за сложных климатических условий и слабо развитой социальной инфраструктуры.

Ввиду отсутствия достаточного объема собственных трудовых ресурсов в районах Крайнего Севера организация строительного производства осуществляется вахтовым методом.

К преимуществам вахтового метода организации работ можно отнести максимальное использование рабочего времени во время проведения работ, минимальные затраты на заработную плату во время вынужденных простоев; большой фонд рабочего времени [10].

К недостаткам вахтового метода организации работ относятся дополнительные затраты на проживание рабочих и невысокая привлекательность для квалифицированных специалистов [10].

Таким образом, дефицит кадров на территории районов Крайнего Севера компенсируется кадровыми ресурсами из других регионов Российской Федерации при вахтовом методе организации труда, но при этом не решается проблема отсутствия достаточного количества высококвалифицированных сотрудников, способных осуществлять работы на необходимом уровне качества и своевременности.

Заключение

По результатам проведенного анализа влияния дестабилизирующих факторов, присущих районам Крайнего Севера, на реализацию инвести-

ционно-строительного проекта следуют выводы:

1. При осуществлении строительства в районах Крайнего Севера значительно возрастают затраты на реализацию строительства за счет:

- увеличения стоимости доставки материалов;
- хранения материалов;
- применения специализированных технологий для термостабилизации грунтов основания с последующим мониторингом их состояния;
- применения различных добавок в бетонные смеси, штукатурные смеси;
- увеличения затрат энергии для обеспечения набора бетоном прочности, обогрева оштукатуриваемых поверхностей и применения специального оборудования при бетонных работах;
- применения специальных технологий для разработки грунта;
- затрат на обеспечение условий проживания рабочих;
- увеличения уровня оплаты труда для привлечения квалифицированных специалистов.

Перед началом строительства необходимо провести тщательную технико-экономическую оценку строительства.

2. Методы организации строительного производства нуждаются в совершенствовании. В процессе календарного планирования производства необходимо определять наиболее благоприятные периоды для производства работ, на которые оказывают влияние дестабилизирующие факторы, что влечет за собой анализ экономической эффективности производства работ в условиях накладываемых ограничений. Продолжительность осуществления конкретного вида работ в зимних условиях кратно увеличивается относительно продолжительности в нормальных условиях. Кроме того, необходимо обеспечить своевременную поставку материалов на строительную площадку в условиях ограниченного периода завоза.

При осуществлении строительства необходимо строго соблюдать требования графика производства работ, графика поставки материалов и графика движения ресурсов.

3. Производство строительно-монтажных работ в условиях Крайнего Севера требует глубокой проработки рисков, которые могут возникнуть в процессе реализации инвестиционно-строительного проекта. На этапе проектной подготовки необходимо определить наиболее полный список рискованных ситуаций, разработать план реагирования при возникновении определенных рисков, а также разработать план мероприятий, необходимых для предотвращения возникновения рискованных ситуаций.

Список источников

1. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. «Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России». Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014621485 [Electronic resource]. URL: <http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных> (accessed: 14.10.2022).
2. Гришин А.С. Исследование факторов, влияющих на скорость набора прочности бетона / А.С. Гришин, Е.А. Шабанов // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Кемерово, 23–25 ноября 2021 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 6031-6035.
3. СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции». Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87.
4. Дорофеева Н.Л. Методы производства бетонных работ в условиях низких температур / Н.Л. Дорофеева, У.Д. Коршунова // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2020. – Т. 10. – № 4. – С. 36-40.
5. Голиков Н.И. Исследование структуры сварных соединений при импульсно-дуговой сварке в условиях отрицательных температур окружающего воздуха / Н.И. Голиков, Е.М. Максимова, Ю.Н. Сараев // Сварка в России-2020: Современное состояние и перспективы: Сборник трудов II Международной конференции в рамках IX Евразийского симпозиума по проблемам прочности и ресурса в условиях низких климатических температур «EURASTRENCOLD-2020», посвященной 50-летию образования ИФТПС СО РАН, Якутск, 14–17 сентября 2020 года / ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН. – Якутск: Дани-Алмаз, 2020. – С. 43-52.
6. Юдина А.Ф. Строительство жилых и общественных зданий: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.Ф. Юдина. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 368 с.
7. СП 25.13330.2020 «Основания на вечномерзлых грунтах».
8. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети». Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003.
9. Григорьев М.Н. Инвестиционные проекты и транспортная инфраструктура Арктической зоны Российской Федерации / М.Н. Григорьев // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2021. – Т. 228. – № 2. – С. 265-282. – DOI 10.38197/2072-2060-2021-228-2-265-282.

10. Филатова Н. Е. Преимущества использования контроллинга персонала при вахтовом методе ведения работ в строительстве / Н. Е. Филатова // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Серия: Экономика и управление. – 2014. – № 4. – С. 120-121.

Сведения об авторе

Щев Сергей Дмитриевич, 1997 г.р., окончил Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт» по специальности «проектирование технологических машин и комплексов», магистрант Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. Научные интересы: организация строительства, строительство в условиях Крайнего Севера, управление рисками инвестиционно-строительного проекта, календарно-сетевое планирование.

Статья поступила в редакцию 16.11.2022 г., принята к публикации 31.03.2023 г.

The article was submitted on November 16, 2022, accepted for publication on March 31, 2023.