



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Методические указания к контрольной работе по дисциплине
«Спецкурс для объектов профессиональной деятельности по кафедре ТСП»
(для бакалавров направления 08.03.01 Строительство профиля «Промышленное и гражданское
строительство»)

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2022

УДК 693

Составитель: Г.В. Несветаев

Методические указания к контрольной работе по дисциплине «Спецкурс для объектов профессиональной деятельности по кафедре ТСП» – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2022. – 28 с.

Содержат описание структуры технологической карты на бетонирование фундаментов в зимних условиях в тепляках и пример уравнения теплового баланса.

Предназначены для студентов бакалавриата очной и заочной формы обучения, изучающих спецкурс по кафедре «Технология строительного производства».

© Донской государственный
технический университет, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

№	Раздел	Стр.
	Введение	4
1	Содержание разделов технологической карты.	5
2	Описание технологического процесса	7
3	Требования к качеству работ	7
4	Потребность в материально-технических ресурсах	8
5	Техника безопасности и охрана труда	10
6	Технико-экономические показатели	12
7	Особенности производства монолитных железобетонных работ в зимних условиях	14
	Приложение 1	20
	Приложение 2	22
	Приложение 3	28
	Список используемых источников	30

Введение.

Цель контрольной работы:

- изучение структуры технологических карт на производство монолитных железобетонных работ;
- формирование навыков создания базы данных, необходимой для разработки технологической карты;
- формирования навыков выполнения расчетов, необходимых для разработки технологической карты;
- изучение особенностей разработки технологической карты на производство монолитных железобетонных работ в зимних условиях;
- формирование навыков выполнения расчетов энергобаланса по этапам производства работ.

Все расчеты выполняются применительно к разработке технологической карты на бетонирование фундаментов для здания, по которому в дальнейшем выполняется выпускная квалификационная работа. Задание выдается индивидуально, согласно теме ВКР.

На практических занятиях применительно к своему объекту выполняются необходимые расчеты и заполняются табл. 1 – 7, составляется уравнение теплового баланса и на основе его решения для каждого этапа выдерживания твердеющего бетона определяется требуемое количество теплогенераторов для бетонирования фундаментов в зимних условиях в тепляках.

При технологическом проектировании производства строительных работ одним из основных документов является технологическая карта (ТК), которая разрабатывается на как на отдельные виды работ, например, разработка грунта экскаватором, так и на комплекс работ, например, бетонирование несущих конструкций типового этажа.

ТК содержит следующие основные разделы:

- область применения;
- описание технологического процесса;
- требования к качеству работ;
- потребность в материально-технических ресурсах;
- техника безопасности и охрана труда;
- технико-экономические показатели.

Все работы, предусмотренные ТК, разделяют на:

- подготовительные;
- основные;
- заключительные.

1. Содержание разделов технологической карты.

В разделе «Подготовительные работы» сообщается, какие проектные, технологические и разрешительные документы необходимы для выполнения работ, как должна быть произведена комплектация строительных материалов и изделий, как выбраны строительные машины, технологическое оборудование и оснастка, как организуются строительная площадка и рабочие места (планировка, защита деревьев и кустарников, устройство транспортных путей и стоянок, водоснабжения и канализации, энергоснабжения, установка осветительной аппаратуры, противопожарных средств, предупредительных знаков и щитов ограждений и т.п.).

Раздел «Подготовительные работы» содержит:

- схему организации рабочей зоны строительной площадки с указанием зоны складирования материалов и конструкций; проходов и проездов; размещения машин, механизмов, лесов, подмостей; опасной зоны вокруг зданий и сооружений; размещения санитарно-бытовых помещений;
- схемы расстановки машин, механизмов и оборудования с привязкой их к осям здания или сооружения с указанием опасных зон, способов их ограждения.

В раздел «Подготовительные работы» могут быть включены:

- схемы транспортирования, складирования и хранения материалов и изделий;
- требования к геодезическому обеспечению строительства, в том числе вынесенные в натуру реперные осевые знаки и высотные отметки;
- данные об условиях производства работ: под открытым небом, под навесом или пленочным укрытием, в теплом помещении;
- требования к температуре и влажности поверхностей, при которых возможно производство работ, например отделочных устройств полов, а также приборы и инструменты, необходимые для замера этих параметров.

В схемы транспортирования, складирования и хранения материалов и изделий следует включать:

- требования к условиям перевозки и таре, перечень рекомендуемых транспортных средств и тары с указанием их основных характеристик и количества перевозимых материалов и конструкций;
- требования к организации площадки складирования, ее размерам, типу покрытия, уклонам и к температурно-влажностному режиму хранения материалов;
- схемы складирования сборных конструкций и полуфабрикатов, порядка их загрузки и разгрузки;
- схемы складирования материалов, требующих защиты от переувлажнения или сухости.

В разделе «Основные работы» указывается, как технологии строительных работ подразделяются на технологические процессы, а процессы - на операции, производится их описание. Описание технологического процесса должно содержать:

- указания по организации рабочих мест, включающие схемы размещения рабочих и средств механизации;
- мероприятия по обеспечению устойчивости конструкций и частей зданий (сооружения) в процессе возведения (разборки);
- условия, обеспечивающие требуемую точность монтажных работ;
- перечень строительных (технологических) процессов, последовательность и способы выполнения технологических операций;
- порядок совмещения технологических процессов и операций во времени и в пространстве с учетом безопасности работ;
- схемы строповки, установки, выверки, временного и постоянного закрепления сборных конструкций с указанием марок используемых устройств, их основных характеристик, очередности выполнения операций;
- схемы выполнения строительных (технологических) процессов устройства отдельных конструкций здания (полы, отделка, кровля и т.п.).

Схемы механизации работ разрабатывают для технологических процессов, в которых используется большое количество взаимоувязанных машин и механизмов. Схемы содержат:

- состав машин;
- условия и графики совместной или разновременной работы машин;
- показатели производительности машин на укрупненный измеритель конечной продукции или на весь объем работ.

2. Описание технологического процесса

Основные данные о технологическом процессе приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Технологический процесс

Наименование и последовательность технологических операций	Объем работ, м ² , м ³ , кг и т.п.	Наименование машин, оборудования, инструмента, затраты времени, маш.-ч	Наименование строительных материалов и деталей, потребность, кг, м, м ³ и т.п.	Наименование рабочих, затраты труда, чел.-ч

В раздел «Основные работы» при описании технологического процесса включаются:

- требования к качеству предшествующего технологического процесса (операций), например к качеству кирпичной кладки для производства штукатурных работ с указанием допускаемых отклонений и замером фактических отклонений;
- технологические схемы процесса (операций);
 - схемы механизации работ (расстановки на объекте машин, технологического оборудования и оснастки).

3. Требования к качеству работ

В разделе приводятся контролируемые параметры технологического процесса и операций (операции контроля), размещение мест контроля, исполнители, объемы и содержание операций контроля, методика и схемы измерений, правила документирования результатов контроля и принятия решений об исключении дефектной продукции из технологического процесса. Применяемые методики и средства измерений должны обеспечивать достоверность результатов, что гарантируется выполнением правил и соблюдением норм стандартов Государственной системы измерений (ГСИ).

Контроль качества, предусматриваемый в технологической карте, состоит из:

- входного контроля проектной и технологической документации;
- входного контроля применяемых строительных материалов, изделий и конструкций;
- операционного контроля технологического процесса;
- приемочного контроля качества работ, смонтированных конструкций и оборудования, построенных зданий и сооружений;

- оформления результатов контроля качества и приемки работ.

Основные данные и параметры, необходимые для контроля, приводятся в таблицах; для операционного контроля технологического процесса, например, составляется таблица 2.

Таблица 2

Операционный контроль технологического процесса

Наименование технологического процесса и его операций	Контролируемый параметр (по какому нормативному документу)	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля
---	--	---	--

Входной контроль проектной и технологической документации предусматривает проверку ее легитимности, комплектности и полноты, наличия исходных данных для выполнения строительного (технологического) процесса, перечня работ, конструкций и оборудования, показателей их качества.

В технологической карте следует предусматривать методы контроля, средства, схемы, правила выполнения измерений и испытаний, правила обработки результатов измерений и испытаний и их оценки, установленные стандартами, техническими условиями.

В разделе следует привести схемы входного контроля применяемых строительных материалов, изделий и конструкций; операционного контроля технологического процесса; приемочного контроля качества работ, смонтированных конструкций и оборудования, построенных зданий и сооружений. Основное назначение таких схем - показать прорабу и рабочим места контроля качества.

В разделе могут быть приведены формы актов на скрытые работы и промежуточную приемку ответственных конструкций, а также на сдачу-приемку законченных работ и объектов.

4. Потребность в материально-технических ресурсах

В этот раздел карты включаются:

- перечень машин и технологического оборудования;
- перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений;
- перечень материалов и изделий.

Машины и технологическое оборудование, требующиеся для выполнения строительных процессов и операций, выбираются с учетом отечественного и зарубежного опыта, сравнения вариантов механизации строительных (технологических) процессов. Машины и технологическое оборудование должны обеспечить плановые сроки и нормативные показатели качества работ.

В перечне, заносимом в таблицу 3, указывают основные технические характеристики, типы, марки, назначение и количество машин и оборудования для выполнения технологического процесса (операции) на звено или бригаду.

Таблица 3

Машины и технологическое оборудование

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество

Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений составляется аналогично перечню машин и технологического оборудования.

В перечне, заносимом в таблицу 4, указывают основные технические характеристики, типы, марки, назначение и количество технологической оснастки, инструмента, инвентаря для выполнения технологического процесса (операции) на звено или бригаду.

Пример подбора монтажного крана приведен в Приложении 3.

Таблица 4

Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество

Потребность в материалах и изделиях для выполнения технологического процесса и его операций в предусмотренных объемах определяется по рабочей документации с учетом

действующих норм расхода материалов в строительстве (в том числе ведомственных и местных норм).

Результаты расчета потребности в материалах и изделиях приводятся в таблице 5.

Таблица 5

Материалы и изделия

Наименование технологического процесса и его операций, объем работ	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ

При разработке технологической карты для конкретного объекта и строительной организации (фирмы) в первую очередь используются имеющиеся в наличии машины и оборудование, технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления, если их технические характеристики удовлетворяют требованиям строительного (технологического) процесса и нормативных документов.

5. Техника безопасности и охрана труда

Раздел должен содержать правила, решения и мероприятия, способствующие соблюдению минимально необходимых требований Технических регламентов в строительстве, предусматривающих биологическую, механическую, пожарную, промышленную, химическую, электрическую безопасность, а также электромагнитную совместимость в части безопасности работы и оборудования.

Правила, решения и мероприятия по п. 5.6.1 принимаются в целях защиты жизни и здоровья людей, имущества физических и юридических лиц, охраны окружающей среды, жизни животных и растений.

Раздел в целом базируется на требованиях нормативных документов по безопасности труда и должен содержать:

- перечень опасных производственных факторов, связанных с технологией и условиями производства работ, и зоны действия опасных производственных факторов;
- решения по охране труда и технике безопасности, принятые для данного строительного (технологического) процесса, приемы безопасной работы;

- мероприятия по обеспечению устойчивости отдельных конструкций и всего здания в процессе его возведения или разборки;
- схемы производства работ с указанием опасных зон, устройств и конструкций ограждений, предупреждающих надписей и знаков, способов освещения рабочих мест;
- правила безопасной эксплуатации машин, оборудования и их установки на рабочих местах;
- правила безопасной эксплуатации технологической оснастки, приспособлений, грузозахватных устройств;
- правила безопасного выполнения сварочных работ и работ, связанных с использованием открытого пламени;
- указания по применению индивидуальных и коллективных средств защиты при выполнении строительных (технологических) процессов;
- мероприятия по предупреждению поражения электротоком;
- мероприятия по ограничению опасных зон вблизи мест перемещения грузов кранами.

Раздел по охране окружающей среды должен базироваться на требованиях нормативных документов и содержать:

- мероприятия по снятию и сохранению культурного слоя почвы;
- мероприятия по экологически безопасной эксплуатации машин и механизмов;
- мероприятия по обеспечению сохранности зеленых насаждений;
- экологические требования к производству работ, ограничивающие уровень пыли, шума и вредных выбросов;
- мероприятия по сбору, удалению или переработке строительных отходов, возникающих в процессе работ при новом строительстве, реконструкции или разборке ветхих зданий;
- требование к оснащению строительной площадки устройствами для мытья колес строительных машин.

Раздел по пожарной безопасности должен базироваться на требованиях нормативных документов и содержать:

- решения по количеству въездов на строительную площадку, наличию проездов требуемой ширины, их количеству и расстояний между ними;
- мероприятия по эвакуации рабочих с лесов и высотных сооружений;
- решения по складированию горючих материалов;
- порядок выполнения работ с горючими материалами, выдачи нарядов-допусков на производство работ;
- порядок использования электрических калориферов, газовых горелок, воздухонагревателей;

- правила выполнения пожароопасных работ (окрасочных, с клеями, мастиками, битумами, полимерными и другими горючими материалами, огневых, газосварочных и паяльных);
- оснащение рабочих мест (рабочей зоны) средствами пожаротушения: бочки с водой, ведра, емкости с песком, огнетушители;
- схемы эвакуации работающих в случае возникновения пожара;
- схемы опасных зон с установкой защитных и сигнальных ограждений; индивидуальных и коллективных средств защиты.

Раздел должен содержать ссылки на нормативные документы по безопасности труда, в том числе на основные: СНиП 12-03-2001; СНиП 12-04-2002; ГОСТ 12.4.011-89; ГОСТ 12.1.013-78; ГОСТ 12.1.019-79; ГОСТ 12.1.030-81*; ГОСТ 12.1.004-91*; ГОСТ 12.4.026-76*; ГОСТ 23407-78; ГОСТ 12.1.046-85; ГОСТ 12.3.033-84.

6. Техничко-экономические показатели

В разделе приводятся:

- продолжительность выполнения работ;
- затраты труда и машинного времени;
- калькуляция затрат труда и машинного времени;
- график производства работ;
- сметные расчеты затрат.

Продолжительность выполнения работ и нормативные затраты труда и машинного времени определяются на технологический процесс, на объект, на конструктивный элемент или часть здания (сооружения) на основе калькуляций затрат труда и машинного времени, а также графика производства работ.

Продолжительность выполнения технологических процессов, затрат труда и машинного времени может определяться по данным строительной организации (фирмы) при условии, что эти процессы выполняются постоянным коллективом при соблюдении нормативных требований качества.

Калькуляция затрат труда и машинного времени производится по таблице 6.

Таблица 6

Калькуляция затрат труда и машинного времени

Наименование технологического процесса и его операций	Объем работ	Норма времени рабочих, чел.-ч.	Норма времени машин, маш.-ч.	Затраты труда рабочих, чел.-ч.	Затраты времени машин, маш.-ч.

В калькуляцию кроме основных включаются вспомогательные процессы, например разгрузка, раскладка и складирование строительных конструкций и материалов в рабочей зоне, организация рабочих мест с установкой и закреплением средств подмащивания, приготовление и подача растворов и другие виды работ.

Нормы времени рабочих и машин могут быть разработаны специализированной организацией (нормативной станцией), имеющей соответствующую лицензию, по данным хронометражных наблюдений на строительных объектах организации, для которой разрабатывается технологическая карта, или объектах-аналогах других организаций.

Затраты труда и времени машины определяются произведением объемов работ (по процессу или операции) и соответствующих норм времени.

График производства работ составляется на отдельном листе по данным таблицы 7.

Таблица 7

Продолжительность технологического процесса

Наименование технологического процесса и его операций	Затраты труда рабочих, чел.-ч	Затраты времени машин, маш.-ч	Состав звена(бригады), чел.	Продолжительность технологического процесса, ч, смены

Продолжительность технологического процесса и его операций определяется в часах (сменах) путем деления затрат труда рабочих на количество рабочих в звене (бригаде) или устанавливается по времени работы машины, если она является ведущей в данном технологическом процессе.

Технико-экономические показатели технологической карты могут быть дополнены другими сметными расчетами для данной строительной организации, например заработной платы рабочих, затрат на машины, на оборудование и оснастку, на строительные материалы.

В разделе «Заключительные работы» приводятся работы, которые выполняются после основных работ: демонтаж технологического оборудования, уборка и восстановление обустройства территории (посадка деревьев и кустарников), снятие предупредительных знаков и щитов, ограждений и т.п.

7. Особенности производства монолитных железобетонных работ в зимних условиях

В качестве метода зимнего бетонирования принимается бетонирование в тепляках. Для определения энергозатрат на реализацию метода выполняется расчет теплового баланса для следующих этапов:

- отогрев промороженного основания, в т.ч. арматурных конструкций и опалубки;
- нагрев свежееуложенного бетона до температуры изотермического выдерживания;
- изометрическое выдерживание твердеющего бетона;
- регулируемое остывание бетона.

Для каждого из указанных 4 этапов определяются следующие параметры:

- требуемое количество тепловой энергии, Q , кДж;
- продолжительность этапа, Δt , час;
- требуемая мощность теплового воздействия, P , кВт.

Этап 1.

Отогрев промороженного основания, в т.ч. арматурных конструкций и опалубки.

На первом этапе затраты тепловой энергии расходуются на:

- отогрев промороженного основания на глубину промерзания Q_{11} ;
- отогрев бетонной подготовки Q_{12} ;
- отогрев арматурных конструкций Q_{13} ;
- отогрев опалубки Q_{14} ;
- потери тепла в окружающую среду Q_{15} .

Глубину промерзания основания принимают по Приложению 1. Толщину бетонной подготовки включают в глубину промерзания.

Энергозатраты на отогрев арматурных конструкций определяют по формуле:

$$Q_{13} = C_3 \cdot m_3 \cdot \Delta T, (1)$$

C_3 – удельная теплоемкость арматурной стали, кДж/(кг·°C);

m_3 – масса арматурной стали, принимается по рабочим чертежам, при отсутствии данных – 70 кг/м³;

$\Delta T = T_k - T_n$ – разность между конечной и начальной температурой, T_k принимается 5°C , T_n – средняя температура января региона строительства, принимается по СП 121.13330.

Энергозатраты на отопление опалубки определяют по формуле:

$$Q_{14} = C_4 \cdot m_4 \cdot \Delta T, (2)$$

C_4 – удельная теплоемкость материала опалубки, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

m_4 – масса опалубки, принимается по ППР, при отсутствии данных – $40 \text{ кг}/\text{м}^2$. Энергозатраты на отопление бетонной подготовки определяют по формуле:

$$Q_{12} = C_2 \cdot m_2 \cdot \Delta T + C_{2л} \cdot m_{2л} \cdot \Delta T_2 + C_{2в} \cdot m_{2в} \cdot \Delta T_2 + Q_L + C_{22в} \cdot m_{22в} \cdot \Delta T_3, (3)$$

C_2 – удельная теплоемкость минеральной составляющей бетонной подготовки, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

m_2 – масса минеральной составляющей бетонной подготовки, принимается $2200 \text{ кг}/\text{м}^3$, толщина бетонной подготовки принимается по рабочим чертежам, при отсутствии данных – 200 мм ;

ΔT – по ф.(1);

$C_{2л}$ – удельная теплоемкость льда, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

$m_{2л}$ – масса льда, принимается $50 \text{ кг}/\text{м}^3$ бетона;

$C_{2в}$ – удельная теплоемкость воды, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

$m_{2в}$ – масса воды, принимается $50 \text{ кг}/\text{м}^3$ бетона;

$$\Delta T_2 = 0 - T_n, T_n \text{ – по ф. (1);}$$

$m_{22в}$ – масса воды после таяния льда, принимается $100 \text{ кг}/\text{м}^3$ бетона;

$C_{2в}$ – удельная теплоемкость воды, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

$m_{2в}$ – масса воды, принимается $50 \text{ кг}/\text{м}^3$ бетона;

$$\Delta T_3 = T_k - 0, T_k \text{ – по ф. (1);}$$

$Q_L = q_L \cdot m_L$ – энергозатраты на таяние льда, где q_L – удельная теплота плавления льда, $\text{кДж}/\text{кг}$;

Энергозатраты на отопление замороженного основания Q_{11} определяют по формулам, аналогичным ф.(1) – ф.(3). Данные о водонасыщенности грунта принимают по данным геологических изысканий, либо по справочным данным.

Энергозатраты на потери в окружающую среду определяют по формуле:

$$Q_5 = q_5 \cdot A \cdot \Delta T \cdot \Delta t = Q_{51} \cdot \Delta t, (4)$$

где

- тепловой поток q_5 через 1 м² тента тепляка при перепаде температур 1°С определяют по формуле (Вт/м²·°С):

$$q_5 = \frac{1}{R_0}, (4)$$

- термическое сопротивление тента определяют по формуле (м² ·°С/Вт):

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_n}, (5)$$

где $\alpha_v = 9,5 + 0,07\Delta T$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности тента,

$\Delta T = T_{\text{воз}} - T_n$, $T_{\text{воз}}$ – температура воздуха внутри тепляка, на стадии отогрева принимается 25°С, T_n – температура поверхности тента, принять равной температуре наружного воздуха;

$\alpha_n = 5,6 + 4v$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции. (v – скорость ветра, м/с, принять по данным СП 121.13330).

Величиной δ/λ пренебрегаем;

A – площадь тепляка (м²);

Δt – продолжительность первого этапа, (ч);

$\Delta T = 25 - T_n$, °С.

Продолжительность отогрева замороженного основания определяют по формуле:

$$\Delta t_I = \frac{Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14}}{\alpha \cdot A_o \cdot \Delta T_o}, (6)$$

где A_o – площадь поверхности отогреваемого основания, м²;

ΔT_o – разность температуры теплоносителя и основания, температуру основания принять равной среднему арифметическому значения ΔT в ф.(1);

α – коэффициент теплоотдачи теплоносителя основанию, $\alpha = 9,4 + 3,7 \cdot v$, где v – скорость воздуха внутри тепляка, принять 3 – 4 м/с.

Общие энергозатраты на первом этапе определяются по формуле:

$$Q_I = Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} + Q_{15}. \quad (7)$$

Необходимая мощность теплогенераторов на первом этапе определяется по формуле:

$$P_I = \frac{Q_I}{0,8 \cdot \Delta t_I}. \quad (8)$$

Этап 2.

Нагрев свежееуложенного бетона до температуры изотермического выдерживания.

На втором этапе затраты тепловой энергии расходуются на:

- нагрев основания и бетонной подготовки Q_{21} ;
- нагрев свежееуложенного бетона Q_{22} ;
- нагрев арматурных конструкций Q_{23} ;
- нагрев опалубки Q_{24} ;
- потери тепла в окружающую среду Q_{25} .

Продолжительность второго этапа определяется из следующих соображений:

- скорость подъема температуры свежееуложенного бетона не должна превышать $5^\circ\text{C}/\text{ч}$;
- необходимое количество тепла для нагрева свежееуложенного бетона должно быть передано теплоносителем за время второго этапа:

$$\Delta r_{II} = \frac{Q_{22}}{\alpha \cdot A_c \cdot \Delta T_c}. \quad (9)$$

Температуру воздуха внутри тепляка на стадии изотермического выдерживания рекомендуется принять в пределах $35 - 40^\circ\text{C}$.

Перед началом нагрева свежееуложенного бетона необходимо защитить его от испарения воды.

Выделением тепла твердеющим бетоном на стадии нагрева до температуры изотермического выдерживания пренебрегаем.

Энергозатраты на потери тепла в окружающую среду, нагрев арматурных конструкций и опалубки, нагрев основания и бетонной подготовки рассчитывают аналогично первому этапу.

Энергозатраты на нагрев свежееуложенного бетона определяют по формуле:

$$Q_{22} = C_m \cdot m_m \cdot \Delta T_c + C_{2B} \cdot m_B \cdot \Delta T_c, \quad (10)$$

где C_m – удельная теплоемкость минеральной составляющей свежееуложенного бетона, кДж/кг·°С;

m_m – масса минеральной составляющей свежееуложенного бетона, принимается 2250 кг/м³;

m_B – масса воды в составе свежееуложенного бетона, принимается 170 кг/м³;

$$\Delta T_c = T_{и} - 5.$$

Общие энергозатраты на втором этапе определяются по формуле:

$$Q_{II} = Q_{21} + Q_{22} + Q_{23} + Q_{24} + Q_{25}. \quad (11)$$

Необходимая мощность теплогенераторов на втором этапе определяется по формуле:

$$P_{II} = \frac{Q_{II}}{0,8 \cdot \Delta c_2}. \quad (12)$$

Этап 3.

Изотермическое выдерживание бетона.

На третьем этапе затраты тепловой энергии расходуются на:

- потери тепла в окружающую среду Q_{35} .

Экзотермией бетона на третьем этапе пренебрегаем. Продолжительность третьего этапа определяется из условия, что степень зрелости бетона обеспечит требуемую прочность к моменту окончания прогрева. Пример расчета продолжительности изотермического выдерживания приведен в Приложении 1.

Необходимая мощность теплогенераторов на третьем этапе определяется по формуле:

$$P_{III} = \frac{Q_{III}}{0,8 \cdot \Delta c_3}. \quad (13)$$

Этап 4.

Регулируемое остывание бетона.

На четвертом этапе затраты тепловой энергии расходуются на:

- потери тепла в окружающую среду Q_{45} .

Экзотермией бетона на четверто этапе пренебрегаем. Продолжительность четвертого этапа определяется из условия, что степень зрелости бетона обеспечит требуемую прочность к моменту окончания прогрева. Пример расчета продолжительности регулируемого остывания приведен в Приложении 1.

Необходимая мощность теплогенераторов на четвертом этапе определяется по формуле:

$$P_{IV} = \frac{Q_{IV}}{0,8 \cdot \Delta t_4}. \quad (14)$$

Подбор теплогенераторов производится по максимальной требуемой мощности по указанным выше этапам.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

"Определение степени зрелости бетона и задание графика выдерживания"

Время изотермического прогрева и остывания определяются исходя из требований достижения бетоном к концу выдерживания требуемой прочности.

Общее количество градусо/часов определяется по формуле: (прогрев, выдерживание, остывание) определяется по формуле:

$$\frac{R}{R(28)} = 21,5 \cdot L_n(ЗБ) - 107, \%$$

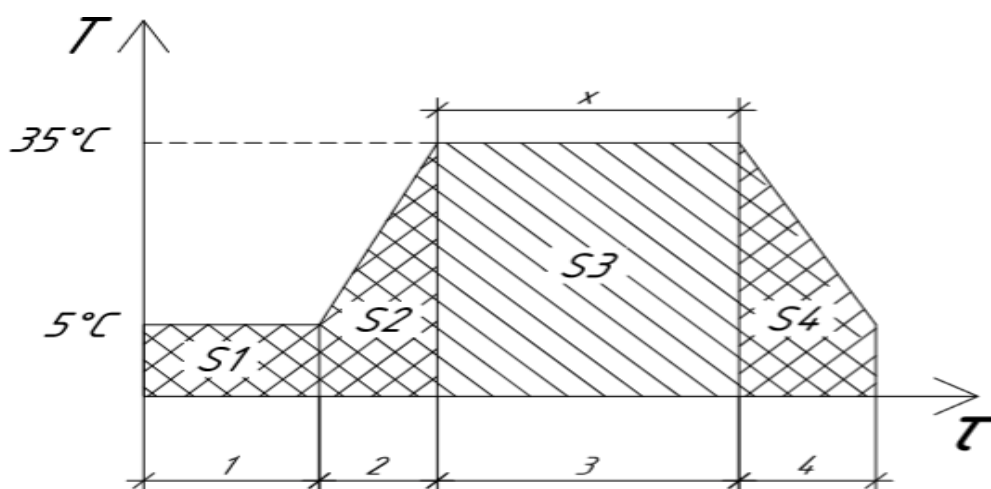
$$L_n(ЗБ) = \frac{30+107}{21,5} \approx 7$$

$ЗБ = e^7$ – зрелость бетона Принимаем

прочность бетона $30 \%R$ – при-

нимаемая прочность бетона R –

прочность бетона 28 сут.



1 – Предварительное выдерживание (принимаем 1,5 час)

2 – Подъем температуры (3°C в час, т.е 10 часов)

3 – Изотермическое выдерживание

4 – Регулируемое остывание (4°C в час, т.е 7,5 часов до $t_{\text{пер}} = 5^\circ\text{C}$)

$$S1 + S2 + S3 + S4 = ЗБ$$

$$S3 = ЗБ - S1 - S2 - S4 = e^7 - 7,5 - 200 - 150 = 739,13$$

$$x = S3/t = 739,13/35 = 22 \text{ ч}$$

Следовательно общая продолжительность выдерживания равна:

$$1,5\text{ч} + 10\text{ч} + 22\text{ч} + 7,5\text{ч} = 41\text{ч}$$

"Подсчет количества теплоты для подбора теплогенераторов"

Уравнение энергобаланса: $\sum Q_3 = \sum Q_п$

Q_3 - затраты количества тепла на обогрев;

$Q_п$ - количество теплоты от источников поступления тепла

Уравнение энергобаланса для первого этапа:

1. Отогрев основания

$\Delta T = 5 - T_{ср} = 5 - (-8) = 13^\circ\text{C}$, где $T_{ср}$ - среднесуточная температура

C - удельная теплоемкость (кДж/(кг $^\circ\text{C}$))

$C_1 = 0,85$ кДж/(кг $^\circ\text{C}$) – для грунта

$C_2 = 0,85$ кДж/(кг $^\circ\text{C}$) – для подготовки под фундаменты

$C_л = 2,1$ кДж/(кг $^\circ\text{C}$) – для льда

$C_в = 4,19$ кДж/(кг $^\circ\text{C}$) – для воды

$\lambda = 330$ (кДж/кг) – удельная теплота плавления льда

m_1, m_2 - масса грунта, подготовки; $m = V \cdot \rho$ (кг)

$$m_л = m_в = 0,15m_1 + 0,05m_2$$

$$m_л = m_в = 100155,66 \text{ кг} + 1278,72 \text{ кг} = 101434,38 \text{ кг}$$

ρ – плотность(для грунта-1500 кг/м³, для подготовки -1850 кг/м³)

$$Q_{11} = C_1 \cdot m_1 \cdot \Delta T + C_2 \cdot m_2 \cdot \Delta T$$

$$\begin{aligned} Q_{11}(\text{до начала таяния льда}) &= 0,85 \text{ кДж/(кг } ^\circ\text{C)} \cdot (0,3\text{м} \cdot 162,34\text{м} \cdot 9,14\text{м} \cdot 1500 \text{ кг/м}^3) \cdot 13^\circ\text{C} \\ &+ 0,82 \text{ кДж/(кг } ^\circ\text{C)} \cdot (0,2\text{м} \cdot 1,6\text{м} \cdot 1,6 \text{ м} \cdot 1850 \text{ кг/м}^3) \cdot 13^\circ\text{C} \cdot 27\text{шт} \\ &= \underline{7660730,96 \text{ кДж}} \end{aligned}$$

$$Q_{12}(\text{таяние льда}) = C_л \cdot m_л \cdot \Delta T + m_л \cdot \lambda$$

$$Q_{12} = 101434,38 \text{ кг} \cdot (2,1 \text{ кДж/(кг } ^\circ\text{C)} \cdot 8^\circ\text{C} + 330 \text{ кДж/кг}) = \underline{35177442,92 \text{ кДж}}$$

$$Q_{13}(\text{подогрев грунта и воды}) = C_в \cdot m_в \cdot \Delta T$$

$$Q_{13} = 4,19 \text{ кДж/(кг } ^\circ\text{C)} \cdot 101434,38 \cdot 5^\circ\text{C} = \underline{2125050,26 \text{ кДж}}$$

$$Q_1 = Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} = \mathbf{44963224,14 \text{ кДж}}$$

2. Отогрев опалубки

$C_3 = 0,49 \text{ кДж/(кг } ^\circ\text{C)}$ – для опалубки

$S_{\text{оп}} = 174,96 \text{ м}^2$ - площадь всей опалубки

$$m_3 = 50 \text{ кг} \cdot 174,96 \text{ м}^2 = 8748 \text{ кг}$$

$$Q_2 = C_3 \cdot m_3 \cdot \Delta T$$

$$Q_2 = 0,49 \text{ кДж/(кг } ^\circ\text{C)} \cdot 8748 \text{ кг} \cdot 13^\circ\text{C} = \mathbf{55724,76 \text{ кДж}}$$

3. Отогрев арматурных конструкций

$$Q_3 = C_4 \cdot m_4 \cdot \Delta T$$

$C_4 = 0,49 \text{ кДж/(кг } ^\circ\text{C)}$ – для арматуры

$$m_3 = 75 \text{ кг} \cdot 47,75 \text{ м}^3 = 3581,25 \text{ кг}$$

$$Q_3 = 0,49 \text{ кДж/(кг } ^\circ\text{C)} \cdot 3581,25 \text{ кг} \cdot 13^\circ\text{C} = \mathbf{22812,56 \text{ кДж}}$$

4. Потери в окружающую среду

$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт)}$ – термическое сопротивление ограждающей конструкции

$\alpha_{\text{в}} = 9,5 + 0,07\Delta T$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции.

$$\alpha_{\text{в}} = 9,5 + 0,07 \cdot 17 = 11,31$$

$\alpha_{\text{н}} = 5,6 + 4v$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции. (v – скорость ветра)

$$\alpha_{\text{н}} = 5,6 + 4 \cdot 3 = 17,6$$

$\lambda = 0,17 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт)}$ – коэффициент теплопроводности брезента

$\delta = 0,006 \text{ (мм)}$ – толщина пола

$$R_0 = 1/11,31 + 0,006/0,17 + 1/17,6 = 0,22$$

$$Q_0 = 1/R_0 = 1/0,22 = 4,55 \text{ (Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$$

$$Q_{05}=Q_0 \cdot A \cdot r \cdot \Delta T$$

$$Q_5=\alpha \cdot \tau \cdot A \cdot \Delta T_1$$

$$\Delta T_1=T_{\text{внутр}} - 4^{\circ}\text{C}, \text{ где } T_{\text{внутр}} - \text{температура внутри тепляка (} 25^{\circ}\text{C)}$$

$$\Delta T_1= 25^{\circ}\text{C} - 4^{\circ}\text{C} = 21^{\circ}\text{C}$$

A – площадь тепляка (м^2)

τ – продолжительность процесса (ч)

$$Q_{05}=4,55 \text{ (Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)} \cdot 1339,06 \text{ м}^2 \cdot 108 \text{ ч} \cdot 33^{\circ}\text{C} = \mathbf{21714464,77 \text{ кДж}}$$

$$Q_5=17,6 \text{ (Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C)} \cdot 108 \text{ ч} \cdot 1339,06 \text{ м}^2 \cdot 29^{\circ}\text{C} = \mathbf{73813272,19 \text{ кДж}}$$

5. Определение продолжительности отогрева

$$\tau = \frac{Q_1+Q_2+Q_3}{\alpha \cdot A \cdot \Delta T_2}$$

$$\alpha = 9,5 + 0,07 \cdot \Delta T_2 = 9,5 + 0,07 \cdot 33 = 11,81$$

$$\Delta T_2 = \frac{25^{\circ}\text{C} - (-8^{\circ}\text{C}) + 25^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}}{2} = 26,5^{\circ}\text{C}$$

$$\tau = \frac{44963224,14 \text{ кДж} + 55724,76 \text{ кДж} + 22812,56 \text{ кДж}}{11,81 \cdot 902,75 \text{ м}^2 \cdot 26,5^{\circ}\text{C}} \approx 108 \text{ ч}$$

Уравнение энергобаланса для второго этапа:

Нагрев свежееуложенного бетона

$$Q_{II}= Q_7 + Q_8 + Q_9$$

Q_7 – потери в окружающую среду

Q_8 - теплоотдача в основание и грунт

Q_9 – нагрев воздуха в тепляке (с учетом троекратного обмена в сутки)

$$Q_7 = Q_{\text{оп}} + Q_{\text{арм}} + Q_{\text{заполн}} + Q_{\text{воды}} + Q_{\text{основ}} + Q_{\text{с поверхности}}$$

$$Q_{\text{оп}} = C_{\text{оп}} \cdot m_{\text{оп}} \cdot \Delta T$$

$$C_{\text{оп}}=0,49 \text{ кДж/(кг } ^{\circ}\text{C)}$$

$$m_{\text{оп}} = 8748 \text{ кг}$$

$$\Delta T = 35^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{оп}} = 0,49 \text{ кДж}/(\text{кг } ^\circ\text{C}) \cdot 8748 \text{ кг} \cdot 30^\circ\text{C} = \underline{128595,6 \text{ кДж}}$$

$$Q_{\text{арм}} = C_{\text{арм}} \cdot m_{\text{арм}} \cdot \Delta T$$

$$C_{\text{арм}} = 0,49 \text{ кДж}/(\text{кг } ^\circ\text{C})$$

$$m_{\text{арм}} = 3581,25 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{арм}} = 0,49 \text{ кДж}/(\text{кг } ^\circ\text{C}) \cdot 3581,25 \text{ кг} \cdot 30^\circ\text{C} = \underline{51570 \text{ кДж}}$$

$$Q_{\text{заполн}} = C_{\text{заполн}} \cdot m_{\text{заполн}} \cdot \Delta T$$

$$C_{\text{заполн}} = 0,85 \text{ кДж}/(\text{кг } ^\circ\text{C})$$

$$m_{\text{заполн}} = m_{\text{смеси}} - m_{\text{воды}} = 114600 \text{ кг} - 8117,5 \text{ кг} = \underline{106482,5 \text{ кг}}$$

$$m_{\text{смеси}} = 47,75 \text{ м}^3 \cdot 2400 \text{ кг}/\text{м}^3 = 114600 \text{ кг}$$

$$m_{\text{воды}} = 47,75 \text{ м}^3 \cdot 170 \text{ кг}/\text{м}^3 = 8117,5 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{заполн}} = 0,85 \text{ кДж}/(\text{кг } ^\circ\text{C}) \cdot 106482,5 \text{ кг} \cdot 30^\circ\text{C} = \underline{2715303,75 \text{ кДж}}$$

$$Q_{\text{воды}} = C_{\text{воды}} \cdot m_{\text{воды}} \cdot \Delta T$$

$$C_{\text{воды}} = 4,18 \text{ кДж}/(\text{кг } ^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{воды}} = 4,18 \text{ кДж}/(\text{кг } ^\circ\text{C}) \cdot 8117,5 \text{ кг} \cdot 30^\circ\text{C} = \underline{1017934,5 \text{ кДж}}$$

$$Q_{\text{основ}} = C_{\text{подг}} \cdot m_{\text{подг}} \cdot \Delta T + C_{\text{грунта}} \cdot m_{\text{грунта}} \cdot \Delta T \text{ (аналогично п.1)}$$

$$Q_{\text{основ}} = 0,82 \text{ кДж}/(\text{кг } ^\circ\text{C}) \cdot (0,2\text{м} \cdot 1,6\text{м} \cdot 1,6\text{м} \cdot 1850 \text{ кг}/\text{м}^3) \cdot 30^\circ\text{C} \cdot 27\text{шт} + 0,85 \text{ кДж}/(\text{кг } ^\circ\text{C}) \cdot (0,3\text{м} \cdot 162,34\text{м} \cdot 9,14\text{м} \cdot 1500 \text{ кг}/\text{м}^3) \cdot 30^\circ\text{C} = 6501012,48 \text{ кДж} + 17026462,71 \text{ кДж} = \underline{23527475,19 \text{ кДж}}$$

$$Q_{\text{с поверхности}} = Q_0 \cdot A \cdot r \cdot \Delta T$$

$$Q_{\text{с поверхности}} = 4,55 \text{ (Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 1339,06\text{м}^2 \cdot 10\text{ч} \cdot 31^\circ\text{C} = 1888744,13 \text{ кДж}$$

$$Q_7 = 128595,6 \text{ кДж} + 51570 \text{ кДж} + 106482,5 \text{ кДж} + 2715303,75 \text{ кДж} + 1017934,5 \text{ кДж} + 23527475,19 \text{ кДж} = \underline{27547361,54 \text{ кДж}}$$

$$Q_8 = \alpha \cdot \tau \cdot A \cdot \Delta T_3$$

A – площадь грунта (828,163м²)

$\alpha = 9,5 + 0,07 \cdot \Delta T_3 = 9,5 + 0,07 \cdot 36,5 = 12,055 \text{ (Вт/мм} \cdot ^\circ\text{C)}$ – коэффициент теплопередачи от воздуха

$$\Delta T_3 = \frac{35^\circ\text{C} - (-8^\circ\text{C}) + 35^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C}}{2} = 36,5^\circ\text{C}$$

$$Q_8 = 12,055 \text{ (Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C)} \cdot 10\text{ч} \cdot 828,163 \text{ м}^2 \cdot 36,5^\circ\text{C} = \underline{3643979,31 \text{ кДж}}$$

$$Q_9 = C_{\text{воздуха}} \cdot m_{\text{воздуха}} \cdot \Delta T_4 \cdot 3$$

$$C_{\text{воздуха}} = 1,01 \text{ кДж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$$

$$m_{\text{воздуха}} = V_{\text{воздуха}} \cdot \rho_{\text{воздуха}} = 2262,24 \text{ м}^3 \cdot 1,225 \text{ кг/м}^3 = 2771,24 \text{ кг}$$

$$\Delta T_4 = 35^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C}$$

$$Q_9 = 1,01 \text{ кДж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot 2771,24 \text{ кг} \cdot 20^\circ\text{C} \cdot 3 = \underline{167937,14 \text{ кДж}}$$

$$Q_{II} = 27547361,54 \text{ кДж} + 3643979,31 \text{ кДж} + 167937,14 \text{ кДж} = \underline{\underline{31359277,99 \text{ кДж}}}$$

Уравнение энергобаланса для третьего этапа:

Изотермическое выдерживание

$$Q_{III} = Q_{10} + Q_{11} + Q_{12} - Q_{b1}$$

Q_{10} – потери в окружающую среду

Q_{11} – теплоотдача в основание и грунт (пренебрегаем)

Q_{12} – нагрев воздуха в тепляке (с учетом троекратного обмена в сутки)

Q_{b1} – тепловыделение твердеющего бетона

$$Q_{10} = Q_0 \cdot A \cdot r \cdot \Delta T$$

$$Q_{10} = 4,55 \text{ (Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C)} \cdot 1339,06 \text{ м}^2 \cdot 22\text{ч} \cdot 42^\circ\text{C} = \underline{5629676,05 \text{ кДж}}$$

$$Q_{12} = C_{\text{воздуха}} \cdot m_{\text{воздуха}} \cdot \Delta T_5 \cdot 3$$

$$\Delta T_5 = 35^\circ\text{C} - (-8^\circ\text{C}) = 42^\circ\text{C}$$

$$Q_{12} = 1,01 \text{ кДж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot 2771,24 \text{ кг} \cdot 42^\circ\text{C} \cdot 3 = \underline{394652,29 \text{ кДж}}$$

$$Q_{b1} = Q_{\text{цемента}} \cdot m_{\text{цемента}} V_{\text{бетона}} \cdot 0,3 = 250 \cdot 350 \cdot 47,75 \cdot 0,3 = \underline{1253437,5 \text{ кДж}}$$

$$Q_{III} = 5629676,05 \text{ кДж} + 394652,29 \text{ кДж} - 1253437,5 \text{ кДж} = \underline{\underline{4770890,84 \text{ кДж}}}$$

Уравнение энергобаланса для четвертого этапа:

$$Q_{IV} = Q_{13} + Q_{14} + Q_{15} - Q_{b2}$$

Q_{13} — потери в окружающую среду

Q_{14} - теплоотдача в основание и грунт (пренебрегаем)

Q_{15} — нагрев воздуха в тепляке (с учетом троекратного обмена в сутки)

Q_{b2} — тепловыделение твердеющего бетона

$$Q_{13} = Q_0 \cdot A \cdot r \cdot \Delta T$$

$$Q_{13} = 4,55 \text{ (Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C)} \cdot 1339,06 \text{ м}^2 \cdot 7,5 \text{ ч} \cdot 20^\circ\text{C} = \underline{913908,45} \text{ кДж}$$

$$Q_{12} = C_{\text{воздуха}} \cdot m_{\text{воздуха}} \cdot \Delta T_6 \cdot 3$$

$$\Delta T_5 = 35^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C}$$

$$Q_{15} = 1,01 \text{ кДж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot 2771,24 \text{ кг} \cdot 20^\circ\text{C} \cdot 3 = \underline{167937,15} \text{ кДж}$$

$$Q_{b2} = Q_{\text{цемента}} \cdot m_{\text{цемента}} V_{\text{бетона}} \cdot 0,2 = 250 \cdot 350 \cdot 47,75 \cdot 0,2 = \underline{835625} \text{ кДж}$$

$$Q_{IV} = 913908,45 \text{ кДж} + 167937,15 \text{ кДж} - 835625 \text{ кДж} = \mathbf{246220,6 \text{ кДж}}$$

Подбор теплогенераторов

$$\frac{Q_1}{0,8 \cdot c_1} = \frac{45041761,46}{0,8 \cdot 108} = 521316,68 \text{ кДж/ч} \rightarrow 144,1 \text{ кВт}$$

$$\frac{Q_2}{0,8 \cdot c_2} = \frac{31359277,99}{0,8 \cdot 10} = 3919909,75 \text{ кДж/ч} \rightarrow 1088,86 \text{ кВт}$$

$$\frac{Q_3}{0,8 \cdot c_3} = \frac{4770890,84}{0,8 \cdot 22} = 271073,34 \text{ кДж/ч} \rightarrow 75 \text{ кВт}$$

$$\frac{Q_4}{0,8 \cdot c_4} = \frac{246220,6}{0,8 \cdot 7,5} = 41036,77 \text{ кДж/ч} \rightarrow 12 \text{ кВт}$$

Максимальные затраты на 2-ом участке

Принимаем 7 теплогенераторов:

Master BV685E мощностью 220 кВт (по паспорту)

$$(220 \text{ кВт} \cdot 0,8) \cdot 7 = 1232 \text{ кВт} > 1088,86 \text{ кВт}$$

Подбор монтажного крана по требуемым параметрам

Подбор крана осуществляется по основным техническим параметрам:

1) грузоподъемность:

$$Q = q_r + q_{zn} + q_g$$

где, q_r – максимальная масса поднимаемой конструкции (Щит опалубки 1,2 x 1,1 м);

q_{zn} – масса грузозахватного приспособления (1,06 т. траверса ПИ Промстальконструкция)

q_g – масса дополнительных устройств (0,1 т);

$$Q = 0,6 + 1,06 + 0,1 = 1,76 \text{ т};$$

2) Высота подъема крюка:

$$H = h_0 + h_6 + h_k + h_c;$$

где h_0 – высота опоры, на которую устанавливается конструкция от уровня стоянки крана (1 м)

h_6 – запас по высоте, принимаемый по технике безопасности (1 м)

h_k – длина по высоте предметного груза (0,3 м)

h_c – расчетная высота строповки (2 м)

$$H = 1 + 1 + 0,3 + 2 = 4,3 \text{ м};$$

3) вылет крюка

$$L_{кр.тр} = (a + d) \cdot (H + h_n + h_m) / (h_n + h_c) + C$$

a – расстояние от центра строповки монтируемого элемента до края поднимаемого груза, м;

d – монтажный запас (0,5);

h_n – высота полиспаста (2 м);

h_m – высота шарнира стрелы (1,5 м);

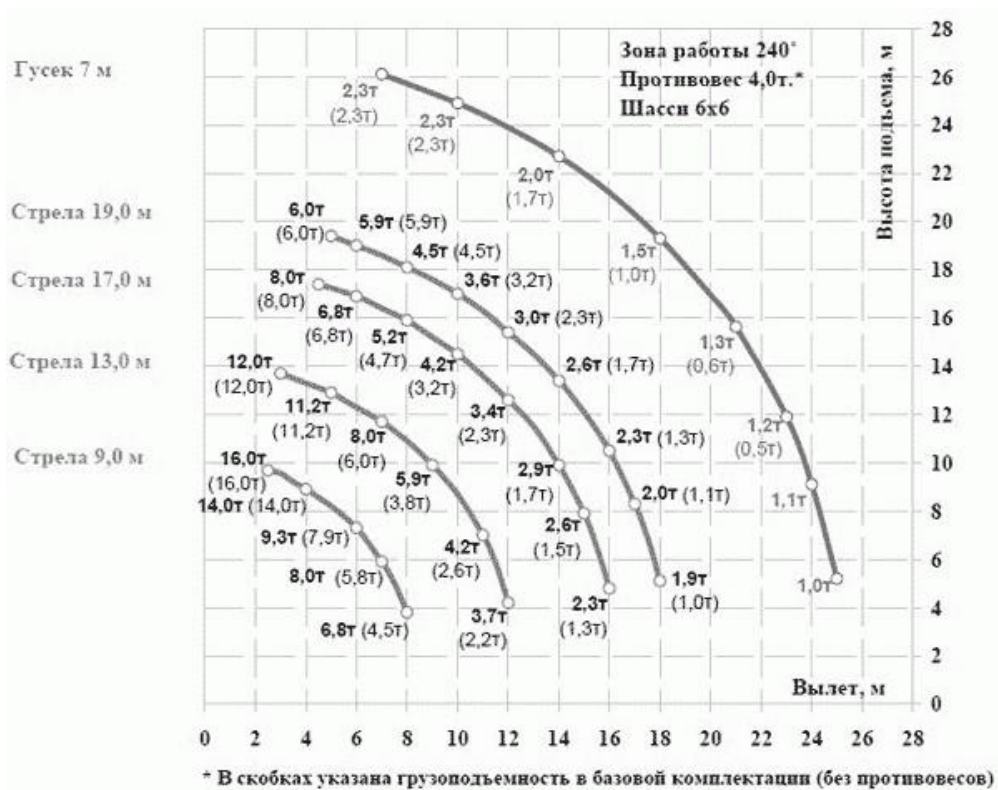
C – расстояние от вертикальной оси поворота крана до шарнира стрел (2 м);

$$L_{кр.тр} = 9 \text{ м}$$

Исходя из полученных параметров, принимаем кран КС-45734-19 с параметрами:

- грузоподъемность – 8 т

- высота подъема крюка – 17 м
- вылет крюка – 16 м



Радиус опасной зоны:

$L_{o.п.} = l_{max} + 0,1 м + l_{отл} + l_{max.гр}$ где,

l_{max} – максимальный вылет стрелы,

0,1 м – монтажный запас ,

$l_{отл}$ – минимальное расстояние отлета(РД-11-06-2007) ,

$l_{max.гр}$ – максимальный габарит груза.

$$L_{o.п.} = 16 + 0,1 + 5,5 + 1,2 = 22,8 м$$

Список используемых источников

1. СП 70.13330.2017 НЕСУЩИЕ И ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. Дата введения 2013-07-01
2. СП 48.13330.2019 Организация строительства СНиП 12-01-2004 (с Изменением N 1).
3. СП 49.13330.2010 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. Дата введения в действие: 24.12.2010
4. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.
5. ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
6. ГОСТ 25573-82* Стропы грузовые канатные для строительства, технические условия.
7. ГОСТ 26633-2012 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.
8. ОСТ 17-830-80 Щетки и кисти технические. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2)..
9. Учебное пособие «Технология и качество бетонных работ» Несветаев Г.В., Духанин П.В., Жильникова Т.Н.; РнД, 2018г
10. Нормативные показатели расхода материалов. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Сборник 6. Госстрой России. 1993.
11. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е1. Внутривозвездные транспортные работы.
12. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения