

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ КАНАЛАМИ, ЗАПОЛНЕННЫМИ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНОМ

Т. И. Ремезова

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В статье представлены теоретические исследования применения поточной организации (кратноритмичных потоков) при возведении монолитных наружных керамзитобетонных наружных стен с вертикальными цилиндрическими каналами заполненными полистиролбетоном. Выявлено влияние поточной организации на продолжительность строительных процессов в зависимости от видов потоков и методов организации строительства. Анализ теоретических исследований видов и методов поточной организации технологических процессов подтверждает возможность сокращения продолжительности строительства при разделении объема работ на захватки и ярусы, соблюдая определённые правила.

Ключевые слова: организация технологических процессов, поточная организация, технология, керамзитобетонные монолитные наружные стены, вертикальные цилиндрические каналы.

Технология возведения керамзитобетонных монолитных наружных стен широко известна и применяется при возведении зданий и сооружений, позволяет оптимизировать их конструктивные решения, перейти к неразрезным пространственным системам, учесть совместную работу элементов и тем самым снизить их сечение. В монолитных конструкциях проще решается проблема стыков, повышаются их теплотехнические и изоляционные свойства, снижаются эксплуатационные затраты.

В настоящее время разработка технологии возведения монолитных наружных стен является перспективной и актуальной.

Последовательность формирования организационно-технологических решений по возведению монолитных наружных стен [1] базировалась на оценке теплотехнической эффективности конструкции монолитной наружной стены с вертикальными цилиндрическими каналами, заполненными полистиролбетоном, в зависимости от их диаметра и расстояния между ними, а также определения нормативного значения удельного энергопотребления здания в целом или отдельных замкнутых объемов проектируемого здания.

После определения границ применимости полученных результатов, на основе критерия эффективности проводился выбор ва-

рианта технологии возведения монолитных наружных стен с вертикальными каналами в зависимости от выбранного диаметра и расстояния между каналами. Эти данные используются при проектировании проекта производства работ.

Технологический регламент возведения монолитных наружных керамзитобетонных стен с вертикальными цилиндрическими каналами содержит следующие строительные процессы [2-4]:

1) монтаж внутренней конструкции опалубки осуществляется по высоте или ярусу бетонируемой конструкции в зависимости от применяемой опалубки;

2) монтаж пустотообразователей производится краном с применением траверсы на комплект пустотообразователей в зависимости от размеров стены и подается на место монтажа. Комплект пустотообразователей устанавливается в металлический каркас, сваренный из арматуры диаметром 6 мм, что позволяет фиксировать пустотообразователи от сдвига. Пустотообразователи монтируются с эксцентриситетом 0,075 м между осями установки, с минимальным расстоянием между каналами 0,05 м, что обеспечивает пространственную жесткость конструкции. Для устройства каналов применяется оснастка из труб, изготовленных из полиэтилена низкого давления, общее количество пустотообразова-

телей устанавливается из расчета на 1 погонный метр длины стены, исходя из диаметра пустотообразователя. Совместно с монтажом пустотообразователей производится монтаж плоских каркасов;

3) монтаж наружной конструкции опалубки осуществляется по высоте или ярусу конструкции в зависимости от применяемой опалубки;

4) бетонирование наружных стен толщиной 670 мм производится керамзитобетоном (класс В12,5), методом «кран-бадья» с использованием поворотного бункера;

5) демонтаж пустотообразователей производится краном после набора прочности керамзитобетоном (8% от R_{28}) с применением траверсы;

6) бетонирование вертикальных аягелов производится методом «вертикально перемещаемой трубы», что обеспечивает однородную по высоте канала структуру полистиролбетонной смеси марки М5 и сохранение её свойств в течение времени, согласованного с потребителем, но не менее 1 часа;

7) демонтаж опалубки производится краном после достижения бетоном прочности 3,5 МПа, что является достаточным для демонтажа опалубки и выполнения последующих монтажных работ.

Организация производства работ и технология возведения зданий из бетонных и железобетонных монолитных конструкций специфична и отличается от возведения зданий и сооружений из кирпича, сборного железобетона, деревянных и металлических конструкций.

Наличие так называемых «мокрых процессов», необходимость выдерживания для набора прочности забетонированных конструкций определяют специфику их производства.

Для зданий с монолитными наружными и внутренними несущими стенами и сборными перекрытиями рекомендуется комбинированный вариант: для наружных поверхностей стен – крупнощитовая опалубка, а для внутренних поверхностей и стен – блочная, вертикально перемещаемая и извлекаемая опалубка.

Комплексный процесс возведения монолитных железобетонных конструкций состоит из технологически связанных и последовательно выполняемых простых процессов. Время, необходимое для набора бетоном распалубочной прочности, входит в общий технологический цикл.

Состав простых процессов, их трудоемкость и очередность выполнения зависят от вида и специфики возводимых монолитных конструкций, применяемых механизмов и типов опалубки, технологических и местных особенностей производства работ.

Каждый простой процесс необходимо выполнять специализированными звеньями, которые объединены в комплексную бригаду. Сооружение разбивается по высоте на ярусы, в плане – на захватки, что необходимо для организации поточного производства работ.

Продолжительность бетонирования керамзитобетонных монолитных наружных стен с вертикальными цилиндрическими каналами, заполненными полистиролбетоном, объемом 100 м³ составляет 5 дней в две смены на одном участке.

Общая продолжительность работ с одним комплектом опалубки и оснастки при последовательном выполнении строительных процессов составляет 20 дней.

При наличии двух комплектов опалубки и оснастки продолжительность работ сокращается на 2,5 смены и составляет 17,5 дней в две смены.

Сокращение продолжительности работ происходит за счет разделения и перемещения бригады с одного участка на другой, т.е. работы выполняются последовательно-параллельным методом.

При организации работ кратноритмичным потоком общая продолжительность выполнения работ сокращается на 12 дней (рисунок 1), работы выполняются двумя бригадами при наличии двух комплектов опалубки и оснастки.

Основные преимущества данного решения: работают две бригады в постоянном ритме (2 смены), кратном бетонированию; продолжительность работ составляет 8 дней в 2 смены при укладке 400 м³ бетона; сокращение продолжительности работ – в 2,5 раза.

Каждый процесс необходимо выполнять специализированными звеньями, которые объединены в комплексную бригаду.

С использованием основных положений теории равноритмичных и кратноритмичных строительных потоков предложена методика для обоснования изложенных выше организационно-технологических параметров при возведении керамзитобетонных монолитных наружных стен жилых зданий с вертикальными цилиндрическими каналами, заполняемыми полистиролбетоном.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ КАНАЛАМИ, ЗАПОЛНЕННЫМИ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНОМ



1 – монтаж опалубки и оснастки на двух рабочих участках; 2 – бетонирование; 3 – выдерживание бетона; 4 – демонтаж пустотообразователей; 5 – бетонирование каналов полистиролбетоном; 6 – демонтаж опалубки

Рисунок 1 – Циклограмма производства работ на возведение монолитных наружных стен с вертикальными цилиндрическими каналами, заполненными полистиролбетоном

Требуемое количество объектов в потоке определяется соотношением

$$N_{об} \geq \frac{(m + n - 1)}{(n - 1) + \frac{t_{тех} + t_{орг}}{k}}, \quad (1)$$

где m – членение фронта работ объекта на захватки; n – количество специализированных потоков на объекте; k – шаг потока; $t_{тех}$, $t_{орг}$ – соответственно продолжительность технологических и организационных перерывов.

Рассчитанный по предлагаемой методике состав комплекса объектов обеспечивает наиболее эффективную работу его подразделений с гарантированной загрузкой бригад исполнителей в течение планового периода функционирования потока.

Оперативный план – график строительства объектов позволяет определить следующие организационно-технологические параметры: общий срок (продолжительность) потока на всех объектах; требуемое количество бригад-исполнителей; требуемое материально-техническое ресурсное обеспечение; календарный график движения бригад по захваткам-объектам; календарный график поставки номенклатуры технических ресурсов и расписание движения основных средств механизации по объектам.

Формирование долговременного (не менее года) текущего плана строительства, включающего множество объектов, требует иного метода, который позволяет оптимизировать базовые технико-экономические показатели застройки. Для реализации математи-

ческой модели вариантов оптимизации текущего расписания строительства зданий необходимо использовать задачу теории расписаний – задачу Джонсона и метод ветвей и границ для перебора вариантов. Предложена методика, рассматривающая комплекс возводимых объектов как многовариантную задачу, позволяющую оптимизировать расстановку объектов в расписании их реализации таким образом, чтобы обеспечивался требуемый технологический принцип последовательности работ и потоков, и минимально возможная продолжительность их возведения. При этом каждый из объектов структурно представляет специализированный поток по этапам строительства в строго технологически закреплённой последовательности возведения здания.

Целевая функция – минимизация продолжительности проекта при формировании текущего плана строительства объектов, представленных одинаковыми и неодинаковыми объектами выглядит, – следующим образом

$$T_{общ \rightarrow \min} = \sum_i \sum_j t_{ij} + \sum_i \sum_j t_{тех}, \quad (2)$$

где t_{ij} – продолжительность работы в потоке или на объекте; $t_{тех}$ – величина технологического перерыва между потоками.

Рассмотренные варианты [5] расчетов предполагают четкое соблюдение принципа их классификации на 4 группы. Первая из них (в множестве объектов первый из специализированных потоков) характеризуется максимальной продолжительностью, вторая – завершающий поток функциональной модели – имеет наибольшую продолжительность, третья – максимальная продолжительность – принадлежит одному из средних специализированных потоков и, наконец, четвертая группа рассматривает случай, когда наибольшую продолжительность имеет один из объектов.

При разноречивой характеристике критерия продолжительности потоков в объектах следует выполнять расчеты по нескольким вариантам, и на основе анализа полученных результатов ($T_{кр. \min}^i$) принять наиболее приемлемый, то есть $\min$ продолжительность критического пути одного из объектов ($T_{кр. \min}^i$). Таким образом, применяя задачу Джонсона для описания метода выбора оптимальной конфигурации и длины пути проекта застройки с определением оптимального расписания строительства объектов, возможно определение наиболее рационального срока возведения объекта; расчет продолжительности

специализированного потока на типовом этаже и здания в целом; состав «пускового комплекса» объектов, обеспечивающий функционирование равноритмичных, кратноритмичных строительных потоков, оптимальную расстановку объектов в проекте застройки и поточное обеспечение производства работ на них необходимыми трудовыми и материально-техническими ресурсами.

Результаты исследований позволили решить следующие задачи: обеспечение монолитности и непрерывности возводимой конструкции; возведение несущего ограждающих конструкций стен при полной механизации сопутствующих технологических операций; возможность увеличения теплозащитных свойств монолитных наружных стен в сравнении с базовым вариантом до 65%; устройство вертикальных цилиндрических каналов в монолитных конструкциях позволяет снизить расход бетона и вес конструкций до 20% и уменьшить расход тепловой энергии на отопление во время эксплуатации зданий. Конструкция и оснастка пустотообразователей проста в устройстве и эксплуатации, при этом возможно многократное их использование. Нагрузка с 1 м² наружной стены из керамзитобетона с вертикальными каналами, заполненными полистиролбетоном, в сравнении с базовым вариантом уменьшилась на 679,1 кг, что привело к снижению нагрузки на фундамент с каждого этажа на 19,94%. При устройстве монолитной бетонной подушки фундамента под здание возможно уменьшение объема бетона до 25%.

Выводы:

1. Разработана и научно обоснована конкурентоспособная технология возведения монолитной керамзитобетонной стены с вертикальными цилиндрическими каналами, заполненными полистиролбетоном.
2. Разработан комплект типовых технологических карт на весь комплекс технологических переделов при возведении керамзитобетонных монолитных наружных стен, дополняющий современную нормативно-технологическую документацию: технологи-

ческие нормы и правила, существующие по этим производственным процессам.

3. Разработана технология поточного производства работ по возведению монолитных наружных стен с вертикальными цилиндрическими каналами, заполненными полистиролбетоном монолитных зданий. Установлено, что сокращение продолжительности выполнения работ достигается при применении кратноритмичного потока. При этом продолжительность выполнения работ сокращается на 12 дней (с 20 дней до 8 дней) при укладке 400 м³.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции.
2. Патент на изобретение. Способ теплозащиты наружной монолитной стены. № 2380496 / Т.И. Ремезова. – от 27.01.2010 г.
3. Ремезова, Т. И. Технология возведения теплоэффективных керамзитобетонных монолитных наружных стен с вертикальными цилиндрическими каналами заполненными полистиролбетоном / Т. И. Ремезова // Вестник ТГАСУ, 2009. – № 3. – С. 111-117.
4. Ремезова, Т. И. Обеспечение организационно-технологической надежности возведения керамзитобетонных монолитных наружных стен с вертикальными цилиндрическими каналами, заполненными полистиролбетоном / Т. И. Ремезова // Вестник ТГАСУ, 2009. – № 4. – С. 162–169.
5. Ремезова, Т. И. Теоретические исследования теплозащитных характеристик монолитной наружной ограждающей конструкции с вертикальными цилиндрическими каналами / Т. И. Ремезова // Вестник ТГАСУ, 2008. – № 4. – С. 81–86.
6. Сироткин, Н. А. Моделирование производственных процессов в строительстве: метод. указания к практическим занятиям по дисциплине «Организация планирование и управление строительством» / Н. А. Сироткин, С. М. Кузнецов. – Новосибирск : Изд-во СГУПСа, 2008. – 67 с.

Ремезова Т.И. – доцент кафедры «Технология и механизация строительства» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: remezova@bk.ru.