



ЭНЕРГИЯ МОЛОДЫХ – СТРОИТЕЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ



***Материалы XII Всероссийской
научно-технической конференции
студентов, магистрантов,
аспирантов, молодых ученых***

БРАТСК 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**«ЭНЕРГИЯ МОЛОДЫХ –
СТРОИТЕЛЬНОМУ
КОМПЛЕКСУ»**

*Материалы XII Всероссийской научно-технической
конференции
студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых*

21-23 мая 2018 г., г. Братск

Братск
Издательство Братского государственного университета
2018

УДК 65.09

«Энергия молодых – строительному комплексу»: Материалы научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. – Братск: Изд-во БрГУ, 2018. – 125 с.

ISBN

В сборнике опубликованы материалы, отражающие результаты научно-исследовательской работы студентов, магистрантов и аспирантов, обучающихся по направлению «Строительство».

В конференции приняли участие представители вузов Красноярска, Томска, Якутска и Братска.

Оргкомитет конференции выражает благодарность всем докладчикам и их научным руководителям за активность, энергию и научное творчество.

Организационный комитет:

Зиновьев А.А. – к.т.н., профессор, декан инженерно-строительного факультета (председатель)

Белых С.А. – к.т.н., доцент, зам. декана (ответственный секретарь)

Бочкарева К.Ю., студент гр. СТ-16 (секретарь)

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**«ЭНЕРГИЯ МОЛОДЫХ –
СТРОИТЕЛЬНМОМУ
КОМПЛЕКСУ»**

*Материалы XI Всероссийской научно-технической конференции
студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых*

21-23 мая 2018 г., г. Братск

Опубликованы в авторской редакции

Подписано в печать __. __. 2018

Формат 84x108 ¹/₁₆

Печать трафаретная.

Уч.-изд. л. __. Усл. печ. л. __.

Тираж __ экз. Заказ __.

Отпечатано издательством ФГБГОУ ВО «БрГУ
665709, Братск, ул. Макаренко, 40

ПРИЧИНЫ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ МАССИВНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Изобретенный в XIX веке, железобетон в 20-х годах прошлого века сделал прорыв в строительстве, став основным материалом, используемым в современном строительстве для несущих и ограждающих конструкций. Массивные строительные конструкции из монолитного железобетона широко представлены во многих областях строительства: гидротехническом строительстве, подземном строительстве и строительстве мостов и тоннелей, строительстве уникальных объектов общественно-гражданского назначения, строительстве технически сложных объектов тепловой и атомной энергетики. Массивность конструкции принято оценивать по отношению поверхности, открытой для высыхания, к объему, т.е. по величине, названной, модулем поверхности. К массивным относят конструкции с модулем поверхности, не превышающим $M_{\Pi} = 3 \div 5 \text{ м}^{-1}$.

Важной проблемой для массивных конструкций является проблема трещиностойкости. Высокие нагрузки, усугубляемые температурными и влажностными воздействиями, вызывают обширные неравномерные деформации, которые могут привести к образованию трещин. Для обеспечения целостности бетона необходимо, чтобы возникающие деформации не превышали предельной растяжимости бетона. Поэтому к монолитному бетону предъявляются повышенные требования по деформативности.

Трещиностойкость бетона – это способность противостоять растрескиванию, возникающая под действием внутренних (физико-химических, включая усадку) процессов, протекающих в бетоне, и внешних факторов (силовых и температурных воздействий).

В процессе твердения цемента при формировании структуры цементного камня между кристаллогидратами возникают химические связи с различной энергией, а также водородные и межмолекулярные (ван-дер-ваальсовы) связи. В процессе формирования структуры цементного камня между кристаллогидратами возникают прочные контакты срастания вследствие образования между ними химических связей, и характер структуры цементного камня меняется на

кристаллизационно-коагуляционную, так как в тоберморитовом геле в течение длительного времени сохраняется значительное число коагуляционных контактов. Так как прочность коагуляционных контактов меньше кристаллизационных, они не могут оказывать существенного влияния на конечную прочность цементного камня, но наличие в цементном камне связей, обусловленных энергией межмолекулярного притяжения, придает цементному камню ряд специфических свойств, таких, как усадка и ползучесть.

Усадка – одна из основных причин появления трещин в монолитных конструкциях. Усадкой называют уменьшение объема, которое происходит в процессе высыхания и твердения бетонной смеси. Усадка бетона составляет часть усадки цементного камня.

Уменьшение объема цементного камня в процессе высыхания вызывается рядом причин:

- действие капиллярных сил, возникающих в цементном камне при испарении воды из капилляров с радиусами менее 1000 А;
- удаление адсорбционно-связанной воды из тоберморитового геля [3].

Проявившаяся деформация усадки бетона зависит от ряда различных факторов. К ним следует отнести:

- факторы, определяемые составом бетона и технологией изготовления (расход цемента, водоцементное отношение, модули упругости заполнителей, вид добавки, условия твердения и пр.);
- факторы, определяемые условиями окружающей бетон среды (температура и относительная влажность воздуха, вид и качество покрытий и пр.);
- факторы конструктивного характера (форма, конструктивные размеры, армирование и пр.).

Наибольшее влияние на усадку оказывает расход цемента, при постоянном водоцементном отношении, чем выше расход цемента на 1м³ бетона, тем больше усадка. Усадка так же зависит от количества введенного заполнителя[3]. Использование крупного заполнителя позволяет применять более тощие смеси с меньшим содержанием цемента, что приводит к уменьшению усадки. Упругие свойства заполнителя также оказывают определенное влияние на степень усадки бетона. В основном прочность и упругость заполнителя зависит от его состава, текстуры и структуры.

С увеличением водоцементного отношения усадочные деформации возрастают, так как при сохранении в бетоне одной и той же объемной концентрации заполнителей изменение V/C будет

сопровождаться уменьшением или увеличением расхода цемента на 1 м^3 бетона, а при постоянном расходе цемента будет изменяться объемная концентрация заполнителей.

Длительное хранение бетона во влажных условиях замедляет усадку бетона. При длительном твердении чистого цементного камня большое количество цемента гидратируется полностью, поэтому остается меньшее количество негидратированных зерен цемента, уменьшающих усадку, т. е. такое твердение приводит к увеличению усадки цементного камня. Однако влияние такого режима твердения на деформации невелико.

Относительная влажность окружающей среды сильно влияет на усадку бетона. Большую усадку имеет бетон при более низкой относительной влажности воздуха [3]. Так как бетон высыхает с поверхности, усадка зависит от формы и модуля поверхности конструкций. Все вышеперечисленные факторы оказывают неоднородное влияние, как на конечную величину усадки, так и на характер ее протекания во времени.

Немаловажным фактором появления трещин в бетоне является ползучесть. Ползучесть – это медленное нарастание во времени пластической деформации материала при силовых воздействиях, меньших, чем те, которые могут вызвать остаточную деформацию при испытаниях обычной длительности.

Ползучесть бетона обусловлена ползучестью цементного камня, заполнители же уменьшают ее пропорционально занимаемому ими объему в бетоне. Следовательно, все факторы, повышающие степень гидратации цемента, уменьшают предельную меру ползучести. К таким факторам следует отнести:

- увеличение возраста бетона до загрузки постоянной статической нагрузкой;
- благоприятные условия твердения бетона, в частности повышение температуры и относительной влажности окружающего воздуха;
- повышение тонкости помола цемента;
- введение в цемент или воду затворения химических добавок ускорителей твердения цемента;
- влагосодержание бетона.

Степень гидратации цемента тем выше, чем больше возраст бетона к моменту приложения постоянной статической нагрузки. Поэтому с увеличением возраста бетона к моменту загрузки

ползучесть и интенсивность роста удельных деформаций ползучести должны соответственно уменьшаться.

Тонкость помола цемента, введение в цемент или воду затворения химических добавок – ускорителей твердения цемента, более благоприятные условия твердения бетона, в частности повышение температуры и относительной влажности окружающей среды, повышающих степень гидратации цемента, уменьшают предельную меру ползучести и изменяют характер роста удельных деформаций во времени [3].

Увеличение водоцементного отношения увеличивает предельную меру ползучести бетона, причем этот параметр оказывает наиболее существенное влияние на общую величину ползучести бетона.

При уменьшении начального влагосодержания от его оптимального значения часть коагуляционных контактов в геле гидросиликатов кальция теряет пленочную воду, что приводит к уменьшению жесткости тоберморитового геля, а, следовательно, и к уменьшению предельной меры ползучести бетона. При повышении влагосодержания из-за утолщения водных прослоек вокруг частиц дисперсной фазы геля гидросиликатов кальция сокращается число несущих коагуляционных контактов в единице объема цементного камня. Это приводит в момент приложения статической нагрузки к уменьшению жесткости геля, а, следовательно, и ползучести бетона.

К технологическим факторам, обеспечивающим проектные характеристики бетона можно отнести влажность и температуру. Физико-механические свойства бетона в значительной степени определяются характером протекания процесса гидратации цемента, а также внутренним напряженным состоянием, возникающим в результате температурно-усадочных деформаций. Указанные факторы связаны с условиями выдерживания уложенного бетона – температурой и влажностью среды, которые влияют также на термические напряжения в массивных конструкциях, возникающие в результате тепловыделения цемента [1].

Процесс испарения воды из твердеющего бетона происходит при возникновении влажностного градиента между поверхностными и глубинными слоями. Интенсивность испарения на первом этапе определяется климатическими характеристиками внешней среды – температурой, влажностью и скоростью ветра. После обезвоживания ближайших к испаряющей поверхности капилляров скорость испарения резко падает, так как увеличиваются путь миграции и сопротивление фильтрации влаги из глубинных зон.

Особенно отрицательно сказывается на физико-механических свойствах бетона испарение воды, начинающееся вскоре после укладки, до набора прочности, способной предотвратить механическое нарушение его структуры. Интенсивное испарение в первые часы после укладки смеси и подсос воды к испаряющейся поверхности могут образовывать направленную крупнокапиллярную пористость в еще не затвердевшем цементном камне. Такая пористость снижает водонепроницаемость и морозостойкость материала. Раннее обезвоживание бетона отрицательно влияет на его прочность и сцепление с арматурой.

В жаркую и сухую погоду из бетона может испариться до 50-70% воды затворения. Обезвоживание и развитие пластической усадки резко отрицательно отражаются на физико-механических свойствах бетона и его долговечности.

Так же, как и влажность, температура твердения бетона влияет и на процессы гидратации цемента, и на деформативные свойства бетонов. В соответствии с общими свойствами химических реакций гидролиз и гидратация цемента замедляются с понижением и ускоряются с повышением температуры.

Ухудшение качества бетона при раннем замораживании объясняется причинами не химического, а физического характера, когда необратимое изменение структуры материала вызывается его разуплотнением. Структура бетона, набравшего 30-40% марочной прочности, достаточно прочна для восприятия растягивающих напряжений, возникающих при замерзании воды в бетоне. Поэтому после его оттаивания и дальнейшего твердения в благоприятных условиях достигается заданная проектная прочность и не ухудшаются другие физико-механические свойства.

Залогом достижения проектных физико-механических характеристик бетона является создание и поддержание в начальный период его твердения оптимальных температурно-влажностных условий.

Библиографический список

1. Хаютин Ю.Г. Монолитный бетон: Технология производства работ. – 2-е изд. перераб. и доп.- М.: Стройиздат, 1991. – 576 с.: ил.- ISBN 5-274-00963-8

2. Баженов Ю.М., Комар А. Г. Технология бетонных и железобетонных изделий: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1984. – 672 с., ил.

3. Шейкин А. Е., Чеховский Ю. В., Бруссер М. И. Структура и свойств цементных бетонов. – М.: Стройиздат, 1979. – 344 с., ил.

С.П. Асламов

Научный руководитель, к.т.н., доцент И.В. Дудина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА «ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ КРЕМНИЙ»

При разработке управленческих решений по привлечению инвестиций в ООО «Усолье-Сибирский Силикон» проблема анализа и оценки рисков на стадии инвестиционного проектирования приобретает самостоятельное значение как важная составная часть теории и практики управления.

Инвестирование в развитие ООО «УСС» сопряжено с риском неполучения ожидаемых результатов в желаемые сроки. Чтобы проект был эффективным, необходимо внедрение технических новшеств, смелые, нетривиальные действия, что в свою очередь значительно усиливает риски. В связи с этим возникает необходимость анализа и оценки степени риска инвестиций с тем, чтобы заранее, еще до осуществления инвестиций, потенциальные инвесторы, включая и само предприятие, могли иметь ясную картину реальных перспектив возврата денежных средств и получения прибыли.

В основу расчета риска реализации проекта «Поликристаллический кремний» положена методика расчета, разработанная Инвестиционно-финансовой группой и Российской финансовой корпорацией, т.к. она, на наш взгляд, является одной из наиболее адаптированных к современным экономическим условиям методик. В этой методике риски делятся по характеру воздействия на простые и сложные. При этом сложные риски являются объединением простых рисков, определенных полным перечнем пересекających событий, каждое из которых, в свою очередь, исследуется отдельно. Задачами, решаемыми в ходе количественного анализа рисков, являются: составление исчерпывающего перечня рисков; определение удельного веса каждого простого риска по всей их совокупности; оценка вероятности наступления событий, относящихся к каждому простому риску; определение балльной оценки по всем рискам проекта[3].

Для расчета риска введем следующие обозначения:

S_i – простой риск, $i = 1, \dots, n$;

N – общее число рисков инвестиционного проекта;

Q_j – группа приоритета, $j = 1, k, k < n$;

W_j – вес простых рисков по группам приоритета Q_j , $W_j > 0$;

$\sum W_j = 1.0$;

M_j – число рисков, входящих в приоритетную группу Q_j .

Последовательность расчетов осуществляется следующими действиями:

1) Принципиальным для расчетов является предположение о том, во сколько раз первый приоритет весомее последнего, то есть: $W_1/W_k = f$;

2) Определяем вес группы с наименьшим приоритетом по формуле 1, для каждого простого риска, входящего в соответствующую приоритетную группу.

$$W_k = 2/[k(f + 1)]; \quad (1)$$

3) Определяем веса остальных групп приоритетов по формуле 2

$$W_j = W_k[(k - j)f + j - 1] / (k - 1); \quad (2)$$

4) Определяем веса простых факторов по формуле 3

$$W_i = W_j / M_j. \quad (3)$$

Это означает, что все простые риски внутри одной приоритетной группы имеют одинаковые веса. Если приоритеты по простым рискам не устанавливаются, то все они имеют равные веса: $W_i = 1/n$.

В таблице 1 представлен основной перечень возможных рисков реализации проекта. В графе 3 приведены оценки приоритетов, которые отражают важность каждого отдельного события для всего инвестиционного проекта. Рассмотрено 13 простых рисков ($n = 13$), объединенных в 3 группы приоритетов ($k = 3$). Предположим о том, что первый приоритет в 4 раза весомее третьего приоритета ($f = 4$).

Таблица 1 – Риски реализации инвестиций

Риски, $S_i, i=1, n$	Отрицательное влияние на прибыль	Группа приоритета, $Q_j, j=1, k$
S_1 - Рост цен на ГСМ	Снижение прибыли из-за роста цен	Q_1
S_2 - Изношенность парка машин	Увеличение затрат на ремонт	
S_3 - Недостаток оборотных средств	Снижение прибыли из-за пополнения оборотных средств	
S_4 - Непредвиденные затраты	Увеличение объема	

из-за инфляции	заемных средств	
S ₅ - Отношение местных властей	Затраты на выполнение их требований	Q ₂
S ₆ - Недостаточный уровень заработной платы	Текущее состояние кадров	
S ₇ - Квалификация кадров	Снижение ритмичности, увеличение аварий	
S ₈ - Платежеспособность потребителей	Падение прибыли	
S ₉ - Рост налогов	Уменьшение чистой прибыли	
S ₁₀ - Несвоевременная поставка комплектующих	Увеличение срока ввода мощностей, выплата штрафов подрядчику	Q ₃
S ₁₁ - Недобросовестность подрядчика	Увеличение срока ввода мощностей	
S ₁₂ - Зависимость от поставщиков	Снижение прибыли из-за роста цен	
S ₁₃ - Недостатки проектно-изыскательских работ	Рост стоимости строительства, задержка ввода мощностей	

Для оценки вероятности наступления событий, относящихся к каждому простому риску инвестиционного проекта, было использовано мнения трех экспертов ($\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3$), которые оценивали вероятность наступления рисков. Результаты оценок представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Вероятность наступления рисков

Риски	\mathcal{E}_1	\mathcal{E}_2	\mathcal{E}_3	Средняя вероятность, P_i
S ₁	73	75	80	76
S ₂	70	70	65	68
S ₃	65	70	75	70
S ₄	70	65	65	67
S ₅	45	40	45	43
S ₆	40	30	40	37
S ₇	35	30	35	33
S ₈	35	20	35	30
S ₉	25	30	35	30
S ₁₀	15	25	20	20
S ₁₁	10	5	10	8
S ₁₂	5	5	10	7
S ₁₃	5	10	5	7

Далее оценим вероятность наступления рисков инвестиционного проекта. Для этого проведем анализ оценок экспертов на непротиворечивость. Анализ представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Анализ непротиворечивости мнений экспертов

$ \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 $	$ \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 $	$ \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_3 $	$\max \mathcal{E}_i - \mathcal{E}_j $
-2	-7	-5	7
0	5	5	8
-5	-10	-5	10
5	5	0	5
5	0	-5	5
10	0	-10	10
5	0	-5	5
15	0	-15	15
-5	-10	-5	10
-10	-5	5	10
5	0	-5	5
0	-5	-5	5
-5	0	5	5
			$=200/13=15,4$

Анализ показал приемлемую согласованность мнений экспертов и возможность использования их в расчетах, т.к. правила оценки непротиворечивости мнений экспертов выполняются: правило 1: $\max |\mathcal{E}_i - \mathcal{E}_j| < 50$; правило 2: $\Sigma |\mathcal{E}_i - \mathcal{E}_j|/n = 15,4 < 25$.

Теперь необходимо определить удельный вес каждого простого риска по всей их совокупности. Для этого установим вес группы с наименьшим приоритетом, используя формулу 1.

$$W_3 = 2/[3 \cdot (4 + 1)] = 0,133.$$

Определим вес остальных групп приоритетов по формуле 2.

$$W_1 = 0,133 \cdot [(3 - 1) \cdot 4 + 1 - 1]/(3 - 1) = 0,532;$$

$$W_2 = 0,133 \cdot [(3 - 2) \cdot 4 + 2 - 1]/(3 - 1) = 0,333.$$

Произведем расчет удельного веса простых рисков, применяя формулу 3.

$$W_1 = W_2 = W_3 = W_4 = 0,532/4 = 0,133;$$

$$W_5 = W_6 = W_7 = W_8 = W_9 = 0,333/5 = 0,067;$$

$$W_{10} = W_{11} = W_{12} = W_{13} = 0,133/4 = 0,033.$$

Результаты расчетов сведем в таблицу 4. При этом также определим общую оценку риска инвестиций.

Таблица 4 – Удельные веса рисков и общая оценка риска

Приоритеты, Q_i	Веса, W_i	Простые риски, S_i	Вероятность, P_i	Балл, $WiPi$
Q_1	0,133	S_1	76	10,11
		S_2	68	9,09
		S_3	70	9,31
		S_4	67	8,87
Q_2	0,067	S_5	43	2,90
		S_6	37	2,46
		S_7	33	2,23
		S_8	30	2,01
		S_9	30	2,01
Q_3	0,033	S_{10}	20	0,66
		S_{11}	8	0,28
		S_{12}	7	0,22
		S_{13}	7	0,22
Итого по всем рискам	1			50,36

Таким образом, определенная общая оценка риска инвестиционного проекта составила 50,36 балла, что свидетельствует о достаточно высокой рискованности проекта [5,1,2,4].

Библиографический список

1. Черняк В.З. Управление инвестиционным проектом: Учеб.пособие для вузов. – М.:ЮНИТА-ДАНА, 2004. – 351с.
2. Ткаченко И. Ю.Инвестиции: учеб.пособие для студ. высш. учеб. Заведений - М.: Издательский центр «Академия», 2009. — 240 с.
3. Безотходное производство поликристаллического кремния [электронный ресурс http://top-expert.narod.ru/silicon/silicon_1.html].

4. Экономическая оценка инвестиций: учебное пособие/ О.Б. Никишина, Л.И. Яструбенская. – Братск: БрГУ, 2007. – 90с.

5. Овсянникова Т.Ю. Экономика строительного комплекса: Экономическое обоснование и реализация инвестиционных проектов: Учебное пособие – Томск: Изд-во Томск. гос. архит.-строит. ун-та, 2004. – 239с.

С.П. Асламов

Научный руководитель: к.т.н., доцент И.В. Дудина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

**ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
НЕФУНКЦИОНИРУЮЩЕГО КОРПУСА ООО «УСОЛЬЕ-
СИБИРСКИЙ СИЛИКИОН»**

Значительное увеличение разрыва между прибыльностью инвестирования в реальном и финансовом секторах российского рынка в конце XX века привело к оттоку капитала из отраслей промышленного производства, что повлекло за собой остановку производств и, как следствие, появление большого числа нефункционирующих промышленных объектов.

Реальная оценка дееспособных мощностей производственного потенциала России составляет не менее половины от их общего объема. Незадействованные мощности могли бы и должны были бы давать продукцию, пользующуюся спросом как на нашем, так и на заграничном рынке.

В качестве объекта исследования было выбрано промышленное нефункционирующее предприятие ООО «Усолье-Сибирский силикон», работавшее в химической отрасли.

В настоящий момент УСС прекратил работу из-за существенного увеличения стоимости сырья и нестабильной экономической ситуации на рынке.

Для раскрытия данной темы поставлены следующие задачи:

– Оценить техническое состояние нефункционирующего корпуса №94 ООО «Усолье-Сибирский силикон» и дать заключение о ремонтпригодности данного корпуса.

Корпус №94 расположен на территории бывшего завода «Усольехимпром» в промышленной зоне г. Усолье-Сибирское.

Проект корпуса №94 разработан институтом «Госхимпроект» в

1959 г. Дата ввода в эксплуатацию – 1968 г.[1].

Размеры здания в плане 198,01×25,04 м. Здание разделено на следующие отделения:

- мастерские (оси «1-10», этажность - 1);
- дробильное отделение (оси «11-15», этажность - 4);
- отделение синтеза (оси «16-23», этажность - 4);
- отделение ректификации (оси «24-37», этажность - 7);
- бытовые помещения (оси «38-40», этажность - 3).

Строительство корпуса осуществлял трест «Востоктяжстрой» из конструкций и материалов стройиндустрии г. Усолье-Сибирское [2].

В процессе эксплуатации здание не реконструировалось, за исключением замены ряда плит перекрытия и покрытия в отделениях синтеза и ректификации. В ходе эксплуатации выполнялся текущий ремонт, в основном связанный с износом строительных конструкций.

Более подробно в данной статье рассмотрим обследование блока бытовых помещений. Конструктивное решение блока бытовых помещений:

- блок бытовых помещений - трехэтажное здание с неполным каркасом, оси «Б-М»-«38-40»;
- размеры здания в плане - 9,0х24 м;
- конструктивная схема - комбинация несущих наружных стен и внутреннего каркаса из сборных железобетонных конструкций;
- колонны - сплошные железобетонные с шагом 4 м;
- перекрытие и покрытие – выполнены из сборных железобетонных ребристых плит 1,5х6,0 м и 1,5х3,0 м по наружным стенам и ригелям продольной рамы;
- наружные несущие стены – кирпичные толщиной 510 мм;
- перегородки - кирпичные толщиной 120-250 мм.

Результаты технического обследования строительных конструкций блока бытовых помещений. В ходе обследования перекрытия и покрытия блока бытовых помещений каких-либо дефектов: трещин, разрушение защитного слоя бетона, коррозии арматуры не обнаружено. Следует отметить, что на момент обследования на 2-м и 3-м этажах проводился ремонт помещений, вследствие чего обнаружить следы протечек, трещины и другие дефекты покрытия и перекрытия не представлялось возможным. Однако, учитывая отсутствие сверхнормативных прогибов плит можно сделать вывод, что плиты покрытия и перекрытия находятся в работоспособном состоянии.

При обследовании колонн и ригелей дефектов не обнаружено. Техническое состояние колонн и ригелей – работоспособное.

Стеновое ограждение со стороны фасада имеет следующие дефекты:

- морозное разрушение глубиной до 20-30 мм кирпичной кладки;
- несквозные трещины в кирпичной стене по оси «Б» шириной раскрытия до 2 мм. В целом техническое состояние наружных несущих стен - работоспособное. Выше указанные трещины на момент обследования не влияют на несущую способность стен.

Перегородки бытовых помещений выполнены из глиняного полнотелого кирпича. При обследовании на первом этаже в ряде помещений были обнаружены сквозные трещины шириной раскрытия до 2...3 см. Вероятная причина образования данных трещин – просадка грунта обратной засыпки при строительстве.

Техническое состояние перегородок – аварийное.

Лестничные марши и площадки выполнены из сборного железобетона. На момент обследования трещин, сверхнормативных прогибов, коррозии арматуры элементов лестничной клетки не обнаружено.

Техническое состояние лестничной клетки – работоспособное.

Перемычки оконных и дверных проемов сборные железобетонные. В ходе обследования обнаружено три оконные перемычки представленные на рисунке 1, техническое состояние которых ограничено-работоспособное.

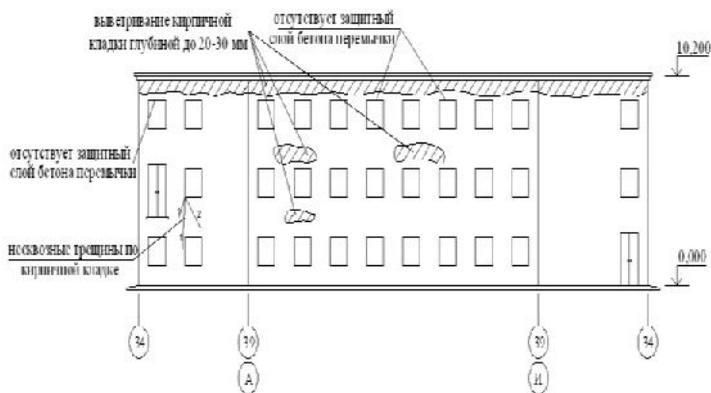


Рисунок 1 – Дефекты перемычек

Указанные перемычки имеют следующие дефекты:

- частичное отсутствие защитного слоя бетона;
- коррозия рабочей арматуры $\approx 10\%$ [2].

Техническое состояние блока бытовых помещений - ограниченно-работоспособное. Для приведения здания в работоспособное состояние необходимо выполнить следующие мероприятия:

- оштукатурить фасады;
- очистить перемычки оконных проемов от продуктов коррозии с последующим оштукатуриванием;
- выполнить усиление перегородок первого этажа;
- организовать наблюдение за трещинами по оси «Б, установить гипсовые маяки.

Рекомендации по усилению, восстановлению, дальнейшей эксплуатации строительных конструкций корпуса №94. Ремонтно-восстановительные работы целесообразно выполнять в два этапа.

Первый этап - усиление аварийных конструкций.

Второй этап - выполнение ремонтно-восстановительных работ, позволяющих продлить срок службы строительных конструкций, повысить степень огнестойкости конструкций, организовать наблюдение за зданием.

Противоаварийные мероприятия. Плиты покрытия, перекрытия, плиты-распорки, монолитные участки, имеющие техническое состояние аварийное или ограниченно-работоспособное необходимо усилить. Аварийный монолитный участок между 2-м и 3-м этажом отделения синтеза, демонтировать и выполнить в металле из двутавров №24 с шагом 1 м.

Аварийные колонны усилить.

Аварийные лестничные марши и площадки в осях:

- оси «25-26»-«Б-Д» - 5, 6, 7 этажи;
- оси «35-37»-«Б-Д» - 1, 2, 7 этажи;
- оси «16-16/17»-«Б-Д» - 2, 3, 4 этажи.

необходимо демонтировать и выполнить в металле с огнезащитной обработкой косоуров и балок.

Наружное стеновое ограждение отделения ректификации - по осям «Д», «Б», «25», «27», «35», «37» и дробильного отделения по оси «Д» необходимо заменить (в неотапливаемых помещениях - демонтировать). Стеновому ограждению отделения синтеза требуется ремонт. Необходимо обрушить участки шелушения бетона и заново нанести слой песчаного бетона торкрет-пушкой.

Аварийные ригель по оси «35» в осях «К-М» между 6-м и 7-м

этажом необходимо усилить.

Монолитные участки в отдалении синтеза, выполненные с отклонением от проекта нуждаются в усилении.

Аварийные подкрановые балки отделения синтеза по оси «Д» в осях «22-23», по оси «М» в осях «17-18» также необходимо усилить.

Аварийные перегородки со сквозными трещинами на первом этаже в бытовых помещениях должны быть усилены [3].

Мероприятия по дальнейшей эксплуатации здания. Для предотвращения дальнейшей коррозии металлических конструкций необходимо:

- для существующих металлических плит покрытия и перекрытия - обработать несущие балки преобразователями ржавчины и нанести антикоррозионное покрытие в соответствии со СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии»;

- на все конструкции усиления, нанести антикоррозионное покрытие в соответствии со СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии» [4].

Для повышения предела огнестойкости несущих балок существующих плит покрытия и перекрытия необходимо либо оштукатурить их цементно-песчаным раствором по сетке «рабица», либо покрыть огнезащитным составом.

Для повышения предела огнестойкости металлических конструкций усиления необходимо покрыть их огнезащитным покрытием.

Также необходимо организовать наблюдение за трещинами в блоке бытовых помещений по оси «Б» и за трещиной стены отделения ректификации, путем установки гипсовых маяков.

Для предотвращения дальнейшего износа стен блока бытовых помещений необходимо:

- оштукатурить фасады блока бытовых помещений;
- очистить перемычки оконных проемов от продуктов коррозии с последующим оштукатуриванием.

Все работы по усилению конструкций должны проводиться по специально-разработанному ППР с разработкой мероприятий по разгрузке конструкций, установке временных опор в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве».

Для снижения влияния агрессивного воздействия соединений хлора на железобетонные конструкции необходимо покрыть все

существующие железобетонные конструкции антикоррозионным покрытием в соответствии со СНиП 2.03.11-85 [4].

Библиографический список

1. Проект «Корпус 94» Институт «Госхимпроект», 1959 г.
2. «Технический отчет по корпусам №94, 95». Фирма «Артефакт», 2001 г.
3. В.М. Москвин и др. «Коррозия бетона и железобетона методы их защиты». М., Стройиздат, 1980 г.
4. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии. разработан НИИЖБ Госстроя СССР.-М.: «ГУП НИИЖБ»Госстроя России, 1995.-25с.

А.А. Большешапова

Научный руководитель: к.т.н., доцент С.А. Белых

«ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ОПТИМАТИЗИРОВАННАЯ ТРЕХКОМПОНЕНТНАЯ ДОБАВКА ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Сегодня сухие строительные смеси получили широкое распространение при проведении строительных и отделочных работ. И неудивительно, ведь уже готовая сухая смесь позволяет сократить время проведения строительных работ, обеспечивая при этом их высокое качество.

В современном строительстве требования, предъявляемые к строительным материалам, выросли настолько, что классический состав не в состоянии обеспечить требуемые свойства. Поэтому, для направленного регулирования свойств вводятся модифицирующие добавки, позволяющие в широких пределах изменять технологические возможности и повышать строительно-технические характеристики, а также придавать новые свойства.

Добавки являются важным компонентом монтажной смеси. Они регулируют свойства смеси. Воздухововлекающая добавка повышает морозостойкость растворов, пластифицирующая добавка снижает водопотребность смеси, противоморозная добавка обеспечивает твердение при отрицательных температурах. Основной проблемой применения добавок в сухие строительные смеси является перевод веществ ПАВ в сухое состояние. Создание комплексных добавок в цементные материалы в виде сухих готовых продуктов является прогрессивным и перспективным направлением. Цель работы

являлась, получить трехкомпонентную добавку из местного сырья для монтажных работ.

Для производства комплексной добавки выбраны: воздуховлекающая добавка – СНВ и поступающая на рынок города Братска добавка - Криопласт П25-1 совмещающую в себе комплекс пластифицирующего и противоморозного действия.

На кафедре СМиТ «Братского государственного университета» разработана и запатентована по двум способам комплексная добавка воздуховлекающего действия в виде микрогранул. Было решено производить воздуховлекающую добавку СНВ по патенту приготовления микрогранул комплексной добавки в цементные композиты, путем перемешивания тонкодисперсного минерального материала с вспененным водным раствором добавки ПАВ. Так как раствор добавки СНВ теряет свою пенообразующую способность с взаимодействием раствора Криопласта. Выбрали технологию производства грануляции добавки Криопласт по патенту регулирования воздуховлечения бетонной смеси, методом прессования.

Изучалось влияние противоморозной добавки вводимой с водой затворения и в сухом виде в сухие строительные смеси. Установлено, что оптимальная дозировка сухой строительной смеси с противоморозной добавкой 4% от массы цемента.

Проводились исследования построения математической модели на цементно-песчаных растворах. Полученная трехкомпонентная добавка вводилась с водой затворения в различных дозировках. Цель исследований заключалась в определении оптимального состава добавки и её дозировки в цементно-песчаные растворы, а также влияние комплексной добавки на свойства цементного раствора. Прежде чем приступить к планированию эксперимента, определили варьируемые факторы и интервалы их варьирования.

В большинстве случаев от строительных растворов не требуется высокой прочности, а наоборот, часто она является вредной, затрудняя проведения инженерных коммуникаций, ремонтных работ и благоустройство помещений. Это позволяет существенно расширить сырьевую базу материала, широко использовать местное сырьё, более свободно варьировать структурой и составами растворов.

Для проведения эксперимента был составлен математический план, предусматривающий варьирование трех факторов на трёх уровнях. В качестве варьируемых факторов выбираем:

X_1 – количество Криопласта в % от массы цемента, варьируется в пределах от -1 (3,5) до $+1$ (4,5);

X_2 – количество СНВ в % от массы цемента, варьируется в пределах от -1 (0,1) до $+1$ (0,3);

X_3 – количество В/Ц, варьируется в пределах от -1 (0,6) до $+1$ (0,8).

Значения факторов представлены на рисунке 1.

Уровень варьирования	Кодированное значение	X_1	X_2	X_3
Нижний (X_{\min})	-1	3,5	0,1	0,6
Средний (X_i)	0	4	0,2	0,7
Верхний (X_{\max})	+1	4,5	0,3	0,8
Интервал варьирования	-	0,5	0,1	0,1

Рисунок 1 – Уровни и факторы варьирования

Исследования проводились на образцах – балочках состава «Цемент: Песок» = 1:4 в соответствии с трехфакторным трехуровневым математическим планом, позволяющим получать полиномиальные уравнения, описывающие поведение изучаемого объекта.

Анализируя, полученный материал сделан вывод, что удобоукладываемость смеси растет с повышением количества добавки СНВ при равном водоцементном отношении. Наименьшая плотность раствора наблюдается при увеличении В/Ц и повышенной добавки СНВ=0,3%, рост содержания добавки приводит к пропорциональному снижению плотности раствора, это свидетельствует о равномерном распределении вовлеченного воздуха. Факторы, влияющие на прочность при сжатии в возрасте 1 и 3 суток, где количество добавки Криоплат оказывает влияние на показатели прочности, чем меньше дозировка добавки, тем больше прочностные показатели образцов. Планируемый эксперимент подтверждает оптимальность содержания отдельных компонентов добавки и содержит убедительное обоснование увеличения дозировок при использовании их в сухие смеси.

Немало важной частью исследования полученных многофункциональных добавок является изучение влияния этих добавок на свойства сухих строительных смесей. Был проведен эксперимент по определению морозостойкости различных составов.

Результаты изучения морозостойкости показывают, что полученная добавка повышает морозостойкость на 50% по сравнению с морозостойкостью раствора без добавки.

К.Ю. Бочкарева, Н.А. Каминский, Б.Б. Каримов
Научный руководитель: к.т.н., доцент И.А. Макарова

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СУГЛИНКА С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КАРБОНАТОВ

Большинство штучных строительных материалов, выпускаемых предприятиями стройиндустрии Иркутской области, не обеспечивают высокую долговечность фасадных конструкций зданий и сооружений. Следовательно, необходима разработка радикально новых искусственных конгломератов, в том числе обжиговых.

Целью данной работы является разработка составов сырьевых масс для изготовления стеновых керамических материалов, способных к самоупрочнению в процессе эксплуатации.

Одно из крупнейших керамических предприятий Иркутской области ООО «Братский кирпичный завод» в качестве базового сырья использует суглинок Анзевинского месторождения с повышенным содержанием карбонатов (содержание $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ около 25%). Использование такого сырья способствует формированию в керамической матрице при обжиге некоторого количества гидратных фаз, которые могут упрочнять материал при попеременном замораживании и оттаивании в процессе эксплуатации. Такое явление может быть использовано для создания новых керамических материалов, которые включают как керамическую матрицу, так и равномерно распределенные гидратные составляющие.

Процесс гидратации непосредственно связан с перемещением влаги в поровом пространстве и поэтому необходимо стремиться синтезировать гидравлически активные фазы на поверхности пор. Этого можно добиться путем сочетания минеральных и органических добавок. Важно учитывать, что в составе минеральных добавок

предпочтительно наличие аморфного кремнезема. Указанным требованиям соответствует отход производства ферросплавов-микрокремнезем (МК) и стеклобой (СБ). В качестве органо-минеральной добавки использовалась просыпь от дробления отработанной угольной футеровки (УФ), а в качестве органических добавок уголь (У) и кислоты жирные талловые омыленные (КЖТО).

Таблица 1 – Физико-механические свойства керамического кирпича с добавками

№ п/п	Состав шихт	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, мас. %	Коэффициент размягчения	Коэффициент конструктивного качества, МПа
1	Суглинок + 3 % «Енисей»	1750	28,4	16,4	1,1	16,2
2	Суглинок + 3 % «Ангара»	1740	28,2	17,3	1,1	16,2
3	Суглинок + 1,5 % МК + 1,5 % УФ	1760	26,0	19,3	0,89	14,8
4	Суглинок + 1,5 % СБ + 1,5 % УФ	1760	33,2	19,2	0,91	18,7
5	Суглинок + 2,5 % СБ + 2,5 % УФ	1740	37,4	15,7	0,94	21,5
6	Суглинок + 3,5 % СБ + 3,5 % УФ	1700	37,3	14,5	0,86	21,9

При использовании таких добавок происходит микроразогрев участков обжигаемого материала вокруг органической составляющей. В связи с этим необходимо инициировать кристаллизацию гидратных фаз на поверхности пор. Эффективность предлагаемого решения подтверждается данными лабораторных испытаний образцов пластического формования на основе суглинка с повышенным содержанием карбонатов с комплексными минеральными и органическими добавками (таблица 1). Органо-минеральная добавка «Енисей» включает МК и У, а добавка «Ангара» - МК и КЖТО. Следует отметить, что гранулированная добавка «Енисей» получена

путем окатывания частиц угля размеров до 2 мм в МК на тарельчатом грануляторе при капельном орошении водой. Соотношение У:МК по массе – 1:1. Гранулированная добавка «Ангара» получена путем пропуска через дырчатые вальцы пластичной массы МК и КЖТО. Соотношение МК:КЖТО – 1:0,7.

Морозостойкость керамических изделий с добавками «Енисей» и «Ангара» отвечает требованиям, предъявляемым к лицевым изделиям (F50). Особенно следует отметить, что наблюдается приrost прочности при сжатии материала после испытаний на 22,2 %.

Результаты лабораторных испытаний свидетельствуют, что применение в качестве комплексной органо-минеральной добавки СБ и УФ (составы №5,6) позволяет значительно повысить прочность обожженного материала и снизить водопоглощение, что свидетельствует об активизации процессов спекания.

Органо-минеральные добавки оказывают положительное влияние на формирование пористой структуры керамического кирпича. Их применение позволяет увеличить группу пор размером 0,1-10 мкм, которые благоприятно влияют на морозостойкость изделий.

Т.А. Бурбо

Научный руководитель: к.т.н., профессор А.А. Зиновьев

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ЗАЩИТА БЕТОНА ОТ КОРРОЗИИ С ПОМОЩЬЮ ЖИДКОГО СТЕКЛА ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА

Использование жидкого стекла в качестве защиты от коррозии бетона является эффективным, так как данный материал помимо защиты обладает следующими преимущественными характеристиками:

- повышение прочности бетонных конструкций;
- низкие временные и трудозатраты при приготовлении и нанесении смеси;
- повышение влагоустойчивости конструкций;
- придает антисептические и огнеупорные свойства.

Анализируя местный сырьевой рынок можно отметить, что по разработкам сотрудников кафедры строительного материаловедения и технологий Братского государственного университета Карнаухова

Ю.П., Русиной В.В., и др. была запатентована технология изготовления жидкого стекла из отхода производства кристаллического кремния на Братском алюминиевом заводе – микрокремнезема (патент РФ № 2056353, МПК С 04 В 28/04) [1].

Целью данной работы явилось определение влияния жидкого стекла с 1-3 силикатным модулем на водонепроницаемость бетонных образцов цилиндрической формы, а так же определение адгезионных свойств жидкого стекла.

Для проведения исследований было приготовлено жидкое стекло 1-3 модуля, а так же изготовлены экспериментальные бетонные образцы: цилиндры размером $d=150\text{мм}$; $h=150\text{мм}$ (ГОСТ 22685-89).

Состав для приготовления жидкого стекла $n:=1$:

- микрокремнезем – 990 г;
- концентрированный раствор NaOH – 2502 г;
- вода – 2646 г.

Время варки – 2 часа.

Плотность готового жидкого стекла – $1,37\text{ г/см}^3$.

Состав для приготовления жидкого стекла $n:=2$:

- микрокремнезем – 600 г;
- концентрированный раствор NaOH – 1315,93 г;
- вода – 1744,07 г.

Время варки – 1 час.

Плотность готового жидкого стекла – $1,20\text{ г/см}^3$.

Состав для приготовления жидкого стекла $n:=3$:

- микрокремнезем - 600 г;
- концентрированный раствор NaOH - 623,1 г;
- вода – 1317 г.

Время варки – 40 мин.

Плотность готового жидкого стекла – $1,27\text{ г/см}^3$ [2].

Процентный состав цилиндров для проведения данных лабораторных исследований:

- портландцемент – 13%;
- песок – 26%;
- щебень – 52%;
- вода – 9%.

Бетонные образцы в количестве 6 штук после формования были подвергнуты тепловлажностной обработке по режиму: выдержка перед пропариванием 2 часа, подъем температуры 2 часа, изотермический прогрев при температуре $80\text{ }^\circ\text{C}$ 8 часов, снижение температуры 4 часа.

Исследование влияния жидкого стекла на водонепроницаемость бетонных образцов цилиндрической формы.

Для определения влияния жидкого стекла на свойство водонепроницаемости был использован измеритель водонепроницаемости бетона вакуумным методом ВИП-1.3.

ВИП-1.3 предназначен для ускоренного определения водонепроницаемости бетона по величине сопротивления проникновению воздуха по ГОСТ 12730.5-84 в конструкциях, изделиях, образцах из бетона и других строительных материалов.

С помощью данного оборудования были определены контрольные марки водонепроницаемости (W) каждого образца. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Марка водонепроницаемости бетонных образцов цилиндрической формы

1 цилиндр	2 цилиндр	3 цилиндр	4 цилиндр	5 цилиндр	6 цилиндр
W8	W8	W10	W8	W10	W8

Для определения влияния жидкого стекла на водонепроницаемость все полученные бетонные образцы цилиндрической формы были обработаны (в 3 слоя до полного высыхания) жидким стеклом 1-3 модулей:

- Первая часть бетонных образцов (2 цилиндра) была обработана жидким стеклом с силикатным модулем равным 1.
- Вторая часть бетонных образцов (2 цилиндра) была обработана жидким стеклом с силикатным модулем равным 2.
- Третья часть бетонных образцов (2 цилиндра) была обработана жидким стеклом с силикатным модулем равным 3.

Обработанные образцы повторно были испытаны измерителем водонепроницаемости бетона вакуумным методом ВИП-1.3. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Марка по водонепроницаемости бетонных образцов цилиндрической формы обработанных жидким стеклом

Силикатный модуль № цилиндра	n:=1	n:=2	n:=3
1	W10		
2	W12		
3		W12	

4		W10	
5			W20
6			W14

Результаты полученных показателей марки по водонепроницаемости до обработки и после сведены и представлены на рисунке 1.

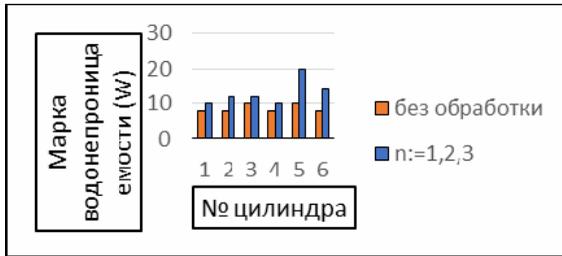


Рисунок 1 – Гистограмма сравнения влияния жидкого стекла на водонепроницаемость бетонных образцов

Анализируя гистограмму сравнения влияния жидкого стекла на водонепроницаемость бетонных образцов можно сказать, что наибольшее положительное влияние оказало жидкое стекло с силикатным модулем $n=3$, водонепроницаемость цилиндра № 5 увеличилась с W10 до W20, а цилиндра № 6 увеличилась с W8 до W14. Данный факт указывает на то, что положительное изменение водонепроницаемости приведет к увеличению прочности бетона, увеличению срока службы, повышению качества строительных работ, а так же снижению финансовых затрат, связанных с наружной гидроизоляцией. Жидкое стекло с силикатным модулем $n=1$ так же оказало положительное влияние на свойство, водонепроницаемость цилиндра №1 увеличилась с W8 до W10, а цилиндра № 2 с W8 до W12, однако данное жидкое стекло уступает жидкому стеклу $n=3$. После обработки образцов жидким стеклом с силикатным модулем $n=2$ показатели водонепроницаемости так же изменились, но и они уступают $n=3$, водонепроницаемость цилиндра № 3 увеличилась с W10 до W12, а цилиндра № 4 с W8 до W10.

Определение адгезионного свойства жидкого стекла разных модулей.

На уже имеющихся обработанных жидким стеклом бетонных образцах цилиндрической формы были проведены испытания на

определение адгезии методом решетчатых надрезов, описанному в ГОСТ 15140.

Сущность данного метода заключается в нанесении на готовое покрытие решетчатых надрезов и визуальной оценке состояния покрытия по четырехбалльной системе:

– 1 балл – Края надрезов полностью гладкие, нет признаков отслаивания ни в одном квадрате решетки;

– 2 балла – Незначительное отслаивание покрытия в виде мелких чешуек в местах пересечения линий решетки. Нарушение наблюдается не более, чем на 5 % поверхности решетки;

– 3 балла – Частичное или полное отслаивание покрытия вдоль линий надрезов решетки или в местах их пересечения. Нарушение наблюдается не менее, чем на 5 % и не более, чем на 35 % поверхности решетки;

– 4 балла – Полное отслаивание покрытия или частичное, превышающее 35 % поверхности решетки.

Было изучено изменение адгезии к бетонной поверхности в зависимости от силикатного модуля жидкого стекла из микрокремнезема. На рисунке 2 представлена гистограмма адгезии к бетонной поверхности.



Рисунок 2 – Адгезия к бетонной поверхности в зависимости от силикатного модуля

Сравнивая полученные показатели адгезии с четырехбалльной системой можно сказать, что наилучшая адгезионная способность у жидкого стекла с силикатным модулем $n=3$, а это значит, что у данного образца наилучшая глубина проникновения и долговечность покрытия. Жидкое стекло с силикатным модулем $n=1$ показало самую худшую адгезионную способность.

Общие выводы:

1) Проведенные исследования влияния жидкого стекла с силикатным модулем 1-3 на свойство водонепроницаемости показали, следующее:

– используя жидкое стекло с силикатным модулем $n=3$, можно добиться увеличения прочности бетона, увеличения срока службы, повышения качества строительных работ, а так же снижению финансовых затрат, связанных с наружной гидроизоляцией.

2) Проведенные исследования изменения адгезии к бетонной поверхности в зависимости от силикатного модуля жидкого стекла из микрокремнезема показали, следующее:

– используя жидкое стекло с силикатным модулем $n=3$, можно добиться наилучшей глубины проникновения и долговечности покрытия.

Библиографический список

1. Пат. РФ № 2056353, МКИ С01 В 33/32. Способ получения жидкого стекла/Ю.П. Карнаухова, В.В. Русина.-Опубл. 1996; Бюл.№8.

2. Русина В.В. Жидкое стекло из микрокремнезема//Химическая технология. Химическая промышленность. №9. С. 122-125, 2004.

3. Русина В.В., Тарасова Н.Ю. Жидкое стекло для органо-минеральных бетонов//Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. №2. С. 70-71, 2005.

4. Солодова А.Ю. Жидкое стекло и его применение в строительстве//Легкая промышленность. №1. С. 276-279, 2015.

Э.Э. Буянова

Научный руководитель к.т.н., доцент С.А. Белых

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ПРЕДПОСЫЛКИ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЛЕГЧЕННОГО БЕЗОБЖИГОВОГО ГРАВИЯ ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Во всем мире, в результате деятельности ТЭЦ, накоплено большое количество промышленных отходов. На территории Российской Федерации ежегодно образуется более 20 млн. тонн золошлаковых материалов (ЗШМ). В Иркутской области, за годы работы энергосистемы, на золоотвалах ТЭЦ ПАО «Иркутскэнерго»,

накоплено около 90 млн. тонн ЗШМ (суммарный годовой выход около 1,7 млн. тонн), загрязняющих окружающую среду.

В России, в Иркутской области в частности, растут темпы строительства жилья, в том числе и доступного. К основным факторам, сдерживающим рост, относятся дефицит и высокая стоимость строительных материалов, что обусловлено отсутствием в области некоторых видов природного сырья. Вместе с тем предприятия энергосистем области, готовы предложить свой побочный продукт – ЗШМ, являющиеся ценным минеральным сырьем для замены нерудных материалов в строительном комплексе. При этом значительно снизится нагрузка на экологию региона, уменьшатся выплаты за хранение отхода для предприятий.

Вместе с темпами роста строительства ужесточились требования к энергоэффективности строительных материалов, в соответствии со СП 50.13330.2012, повысились требования по энергосбережению ограждающих конструкций, а также в условиях сурового резко-континентального климата Сибирского региона необходимость создания материалов пониженной теплопроводности как никогда актуальна.

За рубежом широко известен опыт применения заполнителей с пониженной теплопроводностью для бетонов из техногенных отходов. В нашей стране безобжиговый зольный гравий (БЗГ) впервые был получен и применен в производственных условиях А.М.Сергеевым в 1958г. при изготовлении крупных стеновых блоков на основе пылевидной сланцевой золы Сызранской ТЭЦ. С 1965г. в МИСИ им Куйбашева В.В. также производятся работы по технологии получения и исследованию свойств легких безобжиговых заполнителей на основе пылевидных зол.

Грануляция дисперсных отходов и последующее их складирование также является следующим шагом в направлении развития технологий хранения дисперсных минеральных остатков. В сравнении с пылевидным агрегированное состояние материала при отвальном хранении повышает поглотительную способность массива. Это позволяет избежать пылевыведения, уменьшить или исключить выделение стоков, т. е. поверхность гранулохранилища не нуждается в экранировании, как при его заполнении, так и в последующем. Потребительские свойства гранулированного материала, в сравнении с порошком, выше, поскольку окускованный продукт удобнее в обращении, а его отбор из хранилища менее проблематичен. С другой стороны, качественные характеристики гранулированного продукта по

отношению к дисперсному аналогу, особенно из гидротвала, значительно выше – за счет улучшения фазовой однородности. В итоге грануляция создает лучшие условия для утилизации отходов, а также дает возможность предложить потребителю готовый строительный материал.

Анализ проведенных исследований и опыт промышленного внедрения, как в нашей стране, так и за рубежом, позволяет сделать вывод о том, что безобжиговый зольный гравий (рисунок 1) является эффективным наполнителем с высокими физико-механическими характеристиками, величина которых может регулироваться по мере необходимости изменением технологических параметров в зависимости от требований, предъявляемых к готовому продукту.



Рисунок 1 – Безобжиговый зольный гравий

Способ производства БЗГ был предложен в конце 50-х гг. Он базируется на технологии, разработанной ВНИПИ "Тепло проектом", который предусматривает при необходимости сушку и помол золы, затем окатывание ее в шаровидные гранулы диаметром около 15 мм. Для облегчения грануляции золу смачивают водным раствором ЛСТ (лигносульфанатов технических) или даже добавляют глину. Далее гранулы подсушивают. Безобжиговый зольный гравий представляет собой искусственный пористый наполнитель. Для изготовления БЗГ могут использоваться зольные смеси ТЭС от сжигания антрацитов, каменных и бурых углей. Насыпная плотность такого гравия составляет 700...950 кг/м³.

В Братском государственном университете, в коллективе авторов, появилась идея целенаправленного использования ЗШМ и получения облегченного безобжигового зольного гравия. Основная цель состоит в том, чтобы снизить плотность данного материала путем внедрения в сердцевину более пористого материала, а также уменьшить

водопоглощение, снизить расход портландцемента без потери прочности. В качестве основных материалов, подходящих для облегченной сердцевины выбраны: вторичный пенополистирол, макулатура, текстильные отходы.

Была подана заявка на изобретение: Способ изготовления облегченного безобжигового зольного гравия (ОБЗГ). Технический результат – получение облегченного безобжигового зольного гравия с пониженной насыпной плотностью (рисунок 2), водопоглощением, теплопроводностью, а также уменьшение расхода портландцемента без потери прочности гравия.



Рисунок 2 – Облегченный безобжиговый зольный гравий с сердцевиной из вторичного пенополистирола, в разрезе

Технический результат, согласно изобретению, достигается тем, что по способу изготовления ОБЗГ, включающему подготовку ядра путем увлажнения его жидким стеклом, формирование на нем оболочки с использованием увлажняемых водой золы и портландцемента при окатке в грануляторе и тепловую обработку пропариванием полученного сырца, согласно изобретению в предлагаемом способе в качестве ядра используют пенополистирол размером 2-12 мм, в качестве золы - высококальциевую золу-уноса, полученную от сжигания Ирша-бородинского угля, с удельной поверхностью 350-400 м²/кг, а формирование оболочки осуществляют в два этапа, причем подают в гранулятор на первом этапе 80% золы от ее количества и 73% воды от ее количества, а через 3-4 минуты гранулирования на втором – золопортландцементную смесь, содержащую остальные 20% золы, и воду – остальные 23%, при следующем соотношении компонентов, масс. %: указанная зола-унос 63,28-66,92; портландцемент 5,35-7,59; пенополистирол 0,58-0,60; жидкое стекло 7,2-8,7; вода остальное.

Получение ОБЗГ предусматривает гранулирование сырьевых материалов и включает следующие технологические процессы: подготовку сырья для получения ядра и оболочки гранул; изготовление сердцевины гранул заполнителя; создание оболочки из сырьевой смеси (зола-уноса и цемента); пропаривание. Внешний вид ОБЗГ представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Облегченный безобжиговый зольный гравий

Ядро гравия получали путем дробления пенополистирола в лабораторной роторной мельнице на частицы диаметром 2-12 мм, которые увлажняли натриевым жидким стеклом. Оболочку гравия получали в тарельчатом грануляторе путем окатывания ядра гранул в течение 4 минут с золой-уноса (80%), а после – с золоцементной смесью (зола-унос 20% + цемент). Увлажнение водой осуществляли на входе с золой и золоцементной смесью в количестве 73 и 27% соответственно. Получили наиболее оптимальные режимы гранулирования сырьевых материалов в тарельчатом грануляторе: время окатывания 9 минут, скорость вращения 14 об/мин, угол наклона гранулятора 45°. Полученные гранулы пропаривали в ямных пропарочных камерах по режиму: 3 ч – подъем температуры, 2 ч – изотермическая выдержка, 2 ч - охлаждение, при температуре 75°C.

Примеры составов облегченного безобжигового зольного гравия приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры составов Облегченного безобжигового зольного гравия

Компоненты	Содержание сырьевых материалов в составе (мас.%)		
	1	2	3
зола-унос ТЭЦ-7	63,28	65,10	66,92

портландцемент М500Д0	7,59	6,65	5,35
пенополистирол	0,58	0,59	0,60
жидкое стекло	7,20	7,96	8,70
Вода	21,35	19,7	18,43

Технический результат оценивали в соответствии методиками ГОСТ 9758 «Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний». Результаты в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства Облегченного безобжигового зольного гравия

Показатель	Составы			
	1	2	3	Известный ранее состав
Размер гранул, мм	5-20	5-20	5-20	5-20
Насыпная плотность, кг/м ³	458	471	473	520
Средняя плотность, кг/м ³	834	859	865	974
Водопоглощение за 48 ч по массе, %	8,4	9,7	9,1	28,6
Прочность на сдвливание в цилиндре, МПа	4,92	4,85	3,67	3.56
Теплопроводность, Вт/м ^{°C}	0,097	0,092	0,095	0,122

Получен патент RU 2490225 на Способ изготовления облегченного безобжигового зольного гравия. Предлагаемые сырьевые материалы и способ получения облегченного безобжигового зольного гравия позволяет получать зольные гранулы с пониженным водопоглащением и достаточно высокой прочностью, что в свою очередь позволяет использовать данный материал в качестве легкого заполнителя в бетоны.

В дальнейшей работе планируется проверить возможность использования других материалов в качестве сердцевин для ОБЗГ, повысить прочность оболочки, проработать другие возможные варианты материалов и составов для создания оболочки.

ЖИЛИЩНЫЙ ФОНД Г. БРАТСКА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Анализ современного состояния жилищного фонда показывает, что в России в последние годы происходит существенное увеличение объемов жилищного строительства. В тоже время наблюдается резкое увеличение объемов старения и выбытия существующего жилищного фонда, причем объем вводимого нового жилья не в состоянии покрыть объемы выбывающего жилищного фонда. Именно поэтому большое внимание уделяется поиску способов решения жилищной проблемы и проблемам эффективного использования существующего жилищного фонда и его воспроизводства.

Статья посвящена разработке организации ремонтно-строительных работ в пределах заданного ограничения по финансированию при проведении санации жилищного фонда. Для достижения поставленной цели исследования были сформулированы и решены следующие задачи:

- проведение анализа современного состояния жилищного фонда и инженерной инфраструктуры г. Братска;
- исследование существующих форм воспроизводства объектов жилищной недвижимости, обеспечивающих нормативные условия проживания и сохранность объектов жилой недвижимости;
- исследование существующих моделей, применяемых для планирования ремонтно-строительных работ.

По данным Братского городского центра технической инвентаризации жилищный фонд на начало 2017г. составил 5345,2 тыс.м². Средняя обеспеченность жилищным фондом в расчете на одного жителя составляет 21 м².

Жилищный фонд города по сравнению с исходным годом генерального плана (1986) возрос в 1,4 раза, и составляет 80% от объема, предусмотренного генеральным планом.

Норма обеспеченности м² общей площади на одного жителя составляет 21 м², в генеральном плане предусматривалось 18 м².

По материалу стен жилищный фонд распределяется следующим образом: в капитальных зданиях (каменных, кирпичных, панельных) размещается 83% жилищного фонда, в деревянных – 17%. В 2018 году

идёт снос, резкое сокращение жилищного фонда с деревянными стенами.

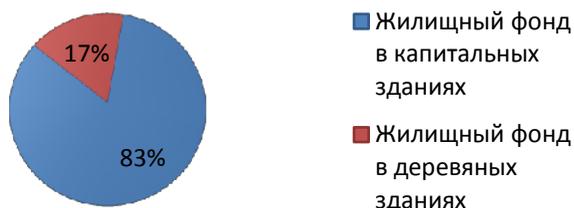


Рисунок 1 – Жилищный фонд по материалу стен в г. Братске

Достигнутый уровень жилищной обеспеченности объясняется сокращением современной численности населения города по сравнению с исходным годом (1986 г.).

Генеральным планом намечалось значительное изменение структуры жилищного фонда, направленное на сокращение малоэтажной застройки и увеличение в 2 раза доли застройки повышенной этажности (9 этажей и выше).

Современная вместимость основных учреждений культурно-бытового обслуживания значительно отстает от объемов, предусмотренных генеральным планом. Низка обеспеченность учреждениями здравоохранения, детскими дошкольными учреждениями, учреждениями культуры.

Следует отметить, что обеспеченность населения детскими дошкольными учреждениями, поликлиниками, клубами, кинотеатрами и другие, в настоящее время ниже уровня 1986 г.

Таким образом, чтобы выйти на номинальную обеспеченность к 2020 году из расчета 30 кв.м на человека, в Братске потребуются ввести почти 2,5 млн.кв.м жилья. Чтобы добиться такого результата, среднегодовой объем ввода жилья за весь рассматриваемый период должен составлять соответственно 77 и 102 тыс.кв.м жилищной площади, что вполне реально для города с таким населением и высокоразвитым промышленным комплексом.

Имеющихся уже сейчас для строительства жилья площадок вполне достаточно, чтобы выйти на предложенные объемы ввода жилищной площади в округах. Так, в Падунском округе на 8 площадках можно построить жилье в коттеджах усадебного типа примерно на 11 тыс. человек, а также имеется площадка в 60 га под

капитальное строительство – это 18 тыс. человек. Всего по округу это примерно 900 тыс.кв.м жилья. В Центральном округе имеется площадка примерно в 120 га и при смешанной застройке это даст примерно 1,08 млн.кв.м жилищной площади, что из расчета 30 кв.м на человека соответствует 36 тыс. человек. Правда, несколько хуже ситуация в Правобережном округе, где на 3-х площадках при застройке их домами коттеджного типа может проживать 3,5 тыс. человек. Это всего лишь 105 тыс.кв.м дополнительного ввода жилья, в то время как по расчетам здесь надо ввести к 2030 году 445-530 тыс.кв. метров. Однако большой процент одноэтажных жилых домов позволяет рассчитывать на то, что в результате их реконструкции (пристройка к дому, надстройка дополнительных этажей) жилищная площадь заметно увеличится и дополнительные территории для строительства жилья не потребуются. Причем аналогичная ситуация и в двух других округах.

В целом же все это свидетельствует о том, что основным направлением в перспективе должно стать строительство малоэтажных жилых домов, преимущественно коттеджного типа. В городе для этого вполне достаточно территории. При этом необходимо оказывать всемерное содействие индивидуальному жилищному строительству, прежде всего за счет создания на отведенных для этих целей площадках необходимой инженерной инфраструктуры.

Отметим также необходимость разработки программы по улучшению ситуации в жилищном строительстве и строительном комплексе города в период до 2025 года, с участием всех заинтересованных в решении этой проблемы.

Проведённый анализ состояния жилищного фонда и инженерной инфраструктуры в г. Братске показал, что техническое состояние жилищного фонда является неудовлетворительным. Так, например от 31 до 65% жилищного фонда имеют физический износ 60%, а от 66 до 70% жилищного фонда - 37%.

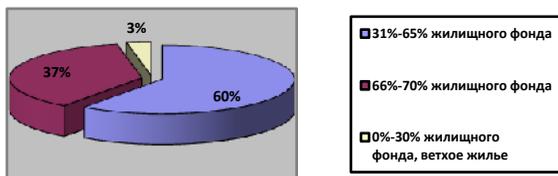


Рисунок 2 – Физический износ жилищного фонда в г. Братске

Подводя итоги, следует отметить, что физический и моральный износ объектов инженерной инфраструктуры также чрезвычайно высок, следствием чего являются значительные потери энергоресурсов и воды, низкая надёжность функционирования систем жизнеобеспечения.

Основной причиной сложившегося положения является многолетнее финансирование жилищно-коммунальной сферы по остаточному принципу. В настоящее время делаются попытки исправить ситуацию. Однако, дефицит средств в бюджетах всех уровней, неэффективные схемы управления жилищно-коммунальным хозяйством, отсутствие конкуренции на рынке жилищно-коммунальных услуг, препятствуют решению проблемы кардинальной перестройки в жилищно-коммунальной сфере. В результате износ жилищного фонда и инженерной инфраструктуры продолжает стремительно нарастать. Попытки возмещения выбытия жилищного фонда новым строительством недостаточно эффективны, прежде всего, из-за отсутствия научно обоснованных рекомендаций по созданию целостной системы обеспечения сохранности и воспроизводству объектов недвижимости.

Проведённый анализ показал, что выход из создавшегося положения может быть найден только путём разработки практических рекомендаций по обеспечению сохранности и воспроизводства в соответствии с действующими нормативно-техническими требованиями на основных этапах жизненного цикла. Цель исследования заключается в разработке организации ремонтно-строительных работ в пределах заданного ограничения по финансированию при проведении санации жилищного фонда.

Для достижения указанной цели потребует решения комплекса взаимосвязанных задач, основными из которых на начальном этапе являлись:

- анализ современного состояния жилищного фонда и инженерной инфраструктуры г. Братска;
- исследования существующих форм воспроизводства объектов недвижимости, обеспечивающих нормативные условия проживания и сохранность объектов жилой недвижимости;
- анализ зарубежного и отечественного опыта обеспечения воспроизводства объектов недвижимости;
- технические решения, применяемые при проведении ремонтно-строительных работ при санации.

Биографический список

1. Комитет жилищно-коммунального хозяйства администрации города Братска (комитет ЖКХ) – Режим доступа: <http://www.bratsk-city.ru/officials/structure/zkh/>.
2. Генеральный план муниципального образования города Братска. Приложение № 8 к решению Думы города Братска от 17.11.2008 г. № 554/Г-Д // В. П. Постнов, В. Л. Ясин.
3. Заключение об эффективности и результативности реализации муниципальной программы города Братска «Жилищно-коммунальное хозяйство и инфраструктура» на 2014-2018 годы // Заседание Думы г.Братск от 03.03.2018.
4. Организация содержания и обновления объектов жилищного фонда: теория и практика. Монография // В.Я. Мищенко. – 2008.
5. Плановый показатель по вводу жилья в Братском районе – Режим доступа: <http://bratsk.org/2018/01/23/plan-po-vvodu-zhilya-v-2017-godu>.
6. Оценка состояния жилого фонда и жилищной сферы российских регионов 2015 // С.А. Коростин.

С.В. Гордиенко

**Научные руководители: к.т.н., Г.П. Баранова
к.т.н., доцент И.Г. Енджиевская**

ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

ЭКОЛОГИЧНАЯ ЗАСТРОЙКА БУДУЩЕГО-ДЕРЕВО

Многие из нас хотят в будущем иметь свой собственный дом с садом на заднем дворе и посаженное семейное дерево неподалеку. Но какой дом вы там себе представляете? Сколько этажей? Комнат внутри? Какого цвета?

И главный вопрос – из чего он будет сделан?

Все мы любим надежность и привыкли возводить дома, в большей части состоящее, из того какой материал тверже.

Скажите, вы часто делаете прогулки на свежем воздухе, замечаете ли вы какая экологически ужасная ситуация сейчас на нашей планете? Сколько болезней приходит с каждым днем и стучатся в наши двери? Я не буду говорить о том, что виной всему это здания, нет, всему виной являются люди. Мы загрязняем окружающую среду ежесекундно думая, что каждое наше действие это всего лишь мелочь, которая особо не будет отражаться в общем плане.

Но вопрос «Как это можно исправить?».

Экология сегодняшнего дня напрямую зависит не только от природного окружения, где мы гуляем, смотрим на внешние виды и т.д., но и от того, где мы проживаем и находимся, по крайней мере, последние 8 часов своего дня.

С приходом новых технологий вносящие инновации в нашу жизнь нельзя не отметить, что в технологии постройки эти изменения показали большие возможности для нашего Мира. Одной из этих возможностей мы могли пользоваться уже более 8-ми веков.

В средневековье многие дома наших предков возводились, как правило, из дерева. Было множество плюсов во времени касемо постройки и качества сооружения, и ряды минусов эксплуатации зданий состоящих из дерева. Самая главная причина из-за которой мы отказались от возведения деревянных сооружений это его возгораемость.

Если раньше наши предки, как правило, возводили дома, состоящие из цельных бревен с зубцами для крепления на углах, то сейчас технология строительства деревянных сооружений изменилась практически кардинально.

Технологии строительства деревянных домов:

- каркасные дома;
- дома из профилированного бруса;
- дома, рубленные вручную из бревна и лафета;
- дома из оцилиндрованного бревна;
- дома из строганого бревна;
- дома из клееного бруса;
- опорно-брусковые дома (фахверк);
- дома из многослойных клееных деревянных панелей.

Все мы раньше думали, что деревянные сооружения имеют свойство возгораться моментально, но знали ли вы, что у зданиях состоящих из дерева предел огнестойкости выше, чем у стальных сооружений (в случае пожара клеёные балки, в отличие от стальных опор, дольше сохраняют свою прочность).

Здание из дерева (будь то каркасное сооружение или возведение здания из клееного бруса) высотой 150×2 м можно возвести за 8 недель. И притом строительство можно начать абсолютно в любых погодных условиях. Ведь с такими данными люди меньше будут ждать строительство своего будущего дома, а пользы подобное здание принесет в разы.

Как считаете, может ли дерево приобрести свойства подобные камню? Ответ – да, это термодревесина. Благодаря особой термообработке дерево при взаимодействии с химическими веществами принимает прочность и жаростойкость подобные камню. Преимуществом дерева перед другими строительными материалами будет то что компоненты их которых построено сооружение можно при необходимости быстро заменить, не обращая внимания на погодные условия и время года за окном. Сегодня многие известные архитекторы, которые возможно не привыкли к использованию дерева как несущего и главного материала для своих сооружений, склоняются к тестируемым шагам использования дерева как декоративного материала, это может быть отделка стен деревянными бревнами, плитками, и любая другая отделка, которая создает уютную атмосферу пространства как внутри, так и снаружи.

Постройка из сооружений из дерева это одна из основ спасения нашего мира. Экологичность в производстве и эксплуатации напрямую связано с уровнем загрязнения окружающей среды.

Экологичная застройка будущего будет иметь положительные результаты в своем применении Миром.



Рисунок 1 – Каркасное сооружение из дерева



Рисунок 2 – Клееный брус



Рисунок 3 – Современное здание, выполненное из дерева

Д.Р. Гуро, О.С. Каверзина

Научный руководитель: к.т.н, профессор Г.В. Коваленко

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПОЛОГИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБОЛОЧЕК ДВОЯКОЙ КРИВИЗНЫ

Тонкостенные оболочки являются одним из видов пространственных конструкций и используются в строительстве зданий и сооружений с помещениями больших площадей (ангаров, стадионов, рынков и т.п.). Тонкостенная оболочка представляет собой изогнутую поверхность, которая при минимальной толщине и соответственно минимальной массе и расходе материала обладает очень большой несущей способностью, потому что благодаря криволинейной форме действует как пространственная несущая конструкция.

Жесткие оболочки могут возводиться над зданиями любой конфигурации в плане: прямоугольной, квадратной, круглой, овальной и т.п. Даже весьма сложные по конфигурации конструкции могут быть разделены на ряд однотипных элементов. На заводах строительных деталей создаются отдельные технологические линии для изготовления отдельных элементов конструкций. Разработанные методы монтажа позволяют возводить оболочки и купола с помощью инвентарных опорных башен или вообще без вспомогательных лесов, что существенно сокращает сроки возведения покрытий и удешевляет монтажные работы.

По конструктивным схемам жесткие оболочки делятся на оболочки положительной и отрицательной кривизны, зонтичные оболочки, своды и купола.

Оболочки выполняются из железобетона, армоцемента, металла, дерева, пластмасс и других материалов, хорошо воспринимающих сжимающие усилия.

Первая железобетонная купол-оболочка была построена в 1925 г. в Йене. Диаметр ее составлял 40 м, это равно диаметру купола св. Петра в Риме. Масса этой оболочки оказалась в 30 раз меньше купола собора св. Петра. Это первый пример, который показал перспективные возможности нового конструктивного принципа. Появление напряженно-армированного железобетона, создание новых методов расчета, измерение и испытание конструкций с помощью моделей наряду со статической и экономической выгодой их применения – все это способствовало быстрому распространению оболочек во всем мире. Оболочки имеют и еще ряд преимуществ:

- в покрытии они выполняют одновременно две функции: несущей конструкции и кровли;
- они огнестойки, что во многих случаях ставит их в более выгодное положение даже при равных экономических условиях;
- они не имеют себе равных по разнообразию и оригинальности форм в истории архитектуры;
- наконец, по сравнению с прежними сводчатыми и купольными конструкциями, во много раз превзошли их по масштабам перекрываемых пролетов.

Наибольший интерес в наши дни представляют сборные железобетонные оболочки двойкой кривизны (рисунок 1), которые по расходу материалов выгоднее, чем оболочки одинарной кривизны.

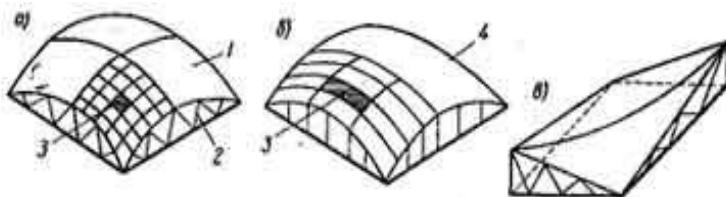


Рисунок 1 – Оболочки двойкой кривизны:

а б - положительной кривизны; *в* - отрицательной кривизны
(1 - поверхность переноса; 2 - диафрагма; 3 - сборный плоский элемент оболочки; 4 - сферическая поверхность)

Распространенным типом покрытия, подобного рода является полая оболочка двоякой кривизны. Такими оболочками можно перекрывать значительно большие пролеты, чем цилиндрическими оболочками, так как они обладают большей жесткостью.

Пространственные покрытия могут быть рассчитаны с применением следующих методик:

- расчета по полной моментной теории и безмоментной с учетом краевого эффекта;
- метода предельного равновесия;
- метода конечных элементов.

Исследованиями установлено, что в зависимости от вида напряженного состояния различают моментную и безмоментную теории оболочек [1]. Под нагрузкой в оболочке возникают две группы внутренних усилий:

1) нормальные $N1$, $N2$ и сдвигающие $S1$, $S2$ силы, действующие в плоскостях, касательных к срединной поверхности, которые воспринимают до 98% внешней нагрузки;

2) изгибающие $M1$, $M2$ и крутящие $M12$, $M21$ моменты, а также поперечные силы $Q1$, $Q2$.

В общем случае, при возникновении всех перечисленных десяти видов внешних усилий, в оболочке возникает полное моментное состояние. Однако основная часть оболочки, за исключением приконтурных зон, находится в безмоментном состоянии. Метод расчета оболочек по безмоментной теории основан на том, что она подвержена действию только нормальных сил. Отсюда задача статического расчета сводится к нахождению нормальных и касательных сил в основной части оболочки и определения усилий краевого эффекта в приопорной зоне.

Расчет по безмоментной теории значительно проще расчета по полной моментной теории. Но безмоментное напряженное состояние оболочки может быть обеспечено лишь при следующих условиях:

1. Оболочка должна иметь плавно изменяющуюся непрерывную поверхность.
2. Нагрузка на оболочку должна быть плавной и непрерывной.
3. Края оболочки должны иметь возможность свободно перемещаться в направлении нормали к поверхности. Однако граничные условия должны обеспечивать неизменяемость формы оболочки.
4. Силы, приложенные к краям оболочки, должны лежать в плоскости, касательной к ее срединной поверхности.

Пространственные покрытия с применением оболочек подобно другим железобетонным конструкциям в начальной стадии загрузки (до образования трещин в бетоне растянутых зон) деформируются линейно. После образования трещин по мере роста нагрузок и напряжений в бетоне и арматуре в них нарастают нелинейные деформации вплоть до стадии предельного равновесия [2].

Метод предельного равновесия рассматривает равновесие конструкции в момент исчерпания несущей способности и перехода в изменяемую систему. Следует иметь в виду, что к моменту исчерпания несущей способности железобетонная оболочка расчленяется пластическими шарнирами на несколько жестких дисков. Вид и характер пластического механизма, конфигурация и относительная величина дисков в схеме излома железобетонных пологих оболочек зависят от вида нагрузки, свойств поверхности и условий закрепления контура и достаточно обстоятельно выявлены экспериментально.

Применительно к задачам о несущей способности железобетонных оболочек хорошо разработан кинематический метод теории предельного равновесия с использованием понятия об обобщенных пластических шарнирах (линиях излома) (рисунок 2).

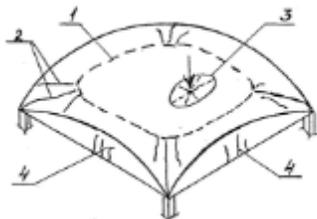


Рисунок 2 – Трещины от нагрузок

1 – кольцевая трещина с внутренней стороны; 2 – меридиональные трещины; 3 – трещины при местном разрушении; 4 – трещины от изгиба

Расчет прочности конструкции (первое предельное состояние) в этом случае производится с учетом неупругих деформаций бетона и арматуры и наличия трещин, а также, в случае необходимости, деформированного состояния как отдельных элементов, так и конструкции в целом.

Расчет несущей способности допускается производить (учитывая перераспределение усилий в предельном состоянии конструкции) без учета монтажных и других усилий, возникающих в них в процессе изготовления.

Современный подход к расчету пологих оболочек базируется преимущественно на применении вычислительных комплексов с использованием ЭВМ. При расчете конструкций находят широкое применение разнообразные виды математического моделирования, в том числе основанный на численных методах – метод конечных элементов (МКЭ), реализуемый в программных комплексах SCAD, ЛИРА, МОНОМАХ, МИРАЖ и др. [3]. Все они представляют пользователю широкие сервисные возможности: исходные данные задаются в удобной графической среде, при описании расчетных схем возможно использование различных систем координат, автоматически генерируется конечно-элементная сетка, учет осесимметричности конструкции.

Как показывают теоретические и экспериментальные исследования [3,4,5], применение МКЭ к расчету оболочек позволяет избежать значительных трудностей, обусловленных кривизной оболочки. Это дает возможность наиболее точно оценить напряженно-деформированное состояние тонкостенных конструкций, что приводит к сближению их расчетных и физических моделей. Преимущества этого метода заключаются в универсальности и неограниченной возможности применения к сложным конструкциям при произвольном нагружении.

К примеру, в программном комплексе SCAD, алгоритм расчета пространственной оболочки выглядит следующим образом:

- разбивка системы на конечные элементы типа оболочки (КЭ); нумерация узлов и элементов;
- определение координат узлов, задается матрица координат узлов элементов;
- составление матрицы действующей нагрузки, указание узлов, к которым приложены силы и по каким направлениям;
- назначение граничных условий, т.е. введение связи на внешний контур оболочки;
- построение так называемой матрица жесткости элемента на основании принципа возможных перемещений;
- ансамблирование КЭ, т.е. соединение их в общую систему; Матрица жесткости отдельных элементов позволяет сформировать глобальную матрицу жесткости системы, в результате чего задача сводится к решению системы алгебраических уравнений относительно неизвестных узловых перемещений.
- определение по найденным перемещениям напряжений в КЭ и узловых сил, которые дают возможность построения эпюр внутренних

усилий.

Полученные в результате расчета эпюры внутренних усилий позволяют наиболее полно оценить НДС конструкции.

Библиографический список

1.Руководство по проектированию железобетонных пространственных конструкций покрытий и перекрытий / НИИ бетона и железобетона Госстроя СССР. - М.: Стройиздат, 1979. - 421 с.

2.Байков В.Н., Хампе Э., Рауэ Э. Проектирование железобетонных тонкостенных пространственных конструкций: Учебное пособие для вузов - М.: Стройиздат, 1990. - 232 с.: ил.

3.Верюжский Ю.В., Колчунов В.И. Компьютерные технологии проектирования железобетонных конструкций: Учебное пособие - К.: Книжное изд-во НАУ, 2006. - 808 с.: ил.

4.Коваленко Г.В., Балдова М.С. Оценка надежности пространственных конструкций покрытий по внешним признакам / Труды Братского Государственного Университета: Сер.: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири: в 2 т. – Братск. Издательство БрГУ, 2012. – Т.2 – С. 162-165.

5.Коваленко, Г.В., Тукачева, Н.А. Расчет пологих железобетонных оболочек двойкой кривизны методом конечных элементов. Строительство: материалы, конструкции, технологии: материалы VI Межрегиональной научно-технической конференции. - Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2008. - 250 с.

М.В. Елизов, Ю.В. Шалыгина

Научный руководитель: к.т.н., профессор Г.В. Коваленко

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

КОНЦЕПЦИЯ ПРОГРАММЫ STATIK ДЛЯ СТАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

Многоэтажные каркасные здания представляют собой сложные пространственные системы, состоящие из горизонтальных и вертикальных элементов, параметры которых изменяются в процессе нагружения. Учитывая конструктивные особенности, характер нагрузок и воздействий, расчет подобных зданий является достаточно сложной задачей. По этой причине в расчетах реальное сооружение заменяется в некоторой мере, идеализированной схемой, которая с определенной полнотой отражает действительную работу сооружения.

Уровень идеализации зачастую зависит от достоверности исходных данных, а также конечных целей расчета.

Программа «СТАТИК» предназначена для статического расчета многоэтажных каркасных зданий, имеющих монотонную регулярную структуру. В этом случае возможно использование приближенных методов расчета рамы, расчленяя пространственный каркас на отдельные плоские рамы. Пренебрегая перемещениями каркаса, применяем принцип независимости действия сил, что позволяет производить расчет рамы отдельно на вертикальные и горизонтальные нагрузки. Перераспределение усилий, возникающее вследствие образования шарниров, учитывается приближенно, принимая только схемы загрузки I+II и I+III.

Для упрощения расчета исходную раму расчленяем многоэтажную раму на ряд одноэтажных рам трех типов: (рисунок 1) верхнего, нижнего и среднего этажей [1,2].

В программе предусмотрено определение усилий в наиболее нагруженных элементах каркаса, т. е. рамы нижнего этажа.

Суть расчета рамы первого этажа на вертикальные нагрузки заключается в определении опорных и пролетных моментов, а так же поперечной силы.

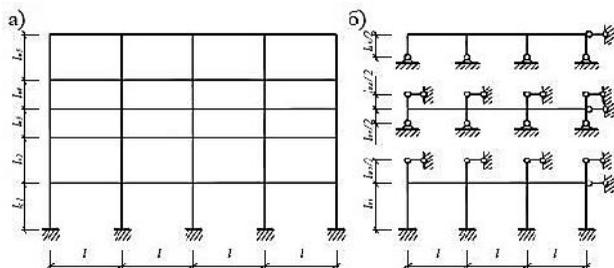


Рисунок 1 – Фактическая (а) и упрощенные (б) расчетные схемы рамы

В случаях когда, число пролетов более трех, раму приводят к трехпролетной. Считается, что изгибающие моменты во всех средних пролетах одинаковые и равны моментам в средних пролетах трехпролетной рамы. Расчет опорных моментов производится согласно приложению А [3]. Пользуясь принципом независимости действия сил, опорные моменты ригелей рамы определяются по формуле:

$$M_{ij} = \alpha \cdot ql^2$$

где α – табличный коэффициент, q – нагрузка, действующая на ригель; l^2 – расчетный пролет ригеля.

Пролетные моменты определяются «подвешиванием» к концам ординат опорных моментов параболы, представляющей функцию изменения изгибающего момента в сечениях простой балки при действии равномерно распределенной нагрузки. Поперечная сила определяется как производная от момента.

Расчет рамы на горизонтальную нагрузку заключается в определении ветрового давления и усилий от него. Расчетное значение ветрового давления определяются согласно [4]. Так как рамный каркас связан жесткими горизонтальными дисками-перекрытиями, ветровая нагрузка с наветренной и подветренной сторон суммируется.

Распределенная ветровая нагрузка приводится к сосредоточенным силам, приложенным в уровнях междуэтажных перекрытий, распределенных между крайними и средними стойками, учитывая коэффициент уменьшения жесткости крайних стоек по сравнению со средними.

По найденным поперечным силам определяются изгибающие моменты в стойках всех этажей. Расчет производится с учетом того, что нулевые точки моментов стоек всех этажей кроме первого принимаются в середине высоты этажа, а для первого этажа – на расстоянии $2/3$ от места защемления (рисунок 2).

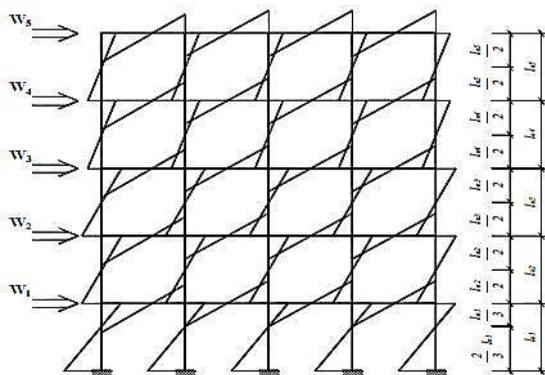


Рисунок 2 – К упрощенному способу определения усилий

Опорные моменты ригелей в данном случае находятся, как алгебраическая сумма моментов в узле рамы, распределяемая пропорционально погонным жесткостям ригелей.

Для конструктивного расчета ригеля по первой и второй группам предельных состояний необходимо выявить наиболее неблагоприятные сочетания усилий. Если в сочетание входит одна кратковременная нагрузка, коэффициент сочетания принимаем равным 1, для двух и более равным 0,9. Усилия от длительной нагрузки определяются исходя из отношения кратковременной к длительно действующей.

Для конструктивного расчета колонн по первой группе предельных состояний необходимо выявить также наиболее неблагоприятные сочетания усилий. Стойки рамы испытывают совместное действие продольных сил и изгибающих моментов. Составление расчетных сочетаний усилий для стоек производится согласно [4]: при наличии в основных сочетаниях трех и более кратковременных нагрузок их расчетные значения необходимо умножать на коэффициент сочетания, с учетом степени влияния. Для жатых элементов составляются три комбинации усилий:

- первая комбинация: максимальная продольная сила и соответствующий ей изгибающий момент;
- вторая комбинация: максимальный (положительный) изгибающий момент и соответствующая ему продольная сила;
- третья комбинация: минимальный (отрицательный) изгибающий момент и соответствующая ему продольная сила.

Все комбинации в программе будут выведены в единую таблицу, для крайних и средних колонн.

По итогам работы программы «STATIK» пользователю будут предоставлены две таблицы расчетных сочетаний усилий для ригелей и колонн соответственно, необходимые для последующих конструктивных расчетов.

Библиографический список:

1. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: Учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
2. Заикин А. И. Проектирование железобетонных конструкций многоэтажных промышленных зданий: Учеб. пособие. М.: Издательство АВС, 2005. – 200 с.
3. СП XXX.1325800.2016 Конструкции каркасные железобетонные сборные многоэтажных зданий. Правила проектирования – М.: Минстрой России, 2016. – 59 с.
4. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – М.: Минстрой России, 2016. – 104 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТК «ЛЕНТА» В Г. БРАТСКЕ.

Земельный участок, представленный для строительства расположен по адресу: г. Братск, ул. Гагарина, 75. В геоморфологическом отношении объект проектирования находится на левом берегу Братского водохранилища.



Рисунок 1 – Ситуационный план

Схема планировочной организации земельного участка (см. рисунок 1) разработана с учетом градостроительной ситуации, сложившейся в существующей застройке. Размещение здания торгового комплекса, сооружений, площадок и проездов произведено согласно плану границ земле отведения. Объемно-пространственные и архитектурно-художественные решения продиктованы составом функциональных зон комплекса и параметрами помещений.

Торговый комплекс запроектирован как отдельно стоящее, одноэтажное многопролетное сооружение прямоугольной формы, с размерами в плане 84,0м×99,0м. Основная сетка колонн – 9х9м.

Главный фасад торгового комплекса выходит на улицу Металлургов. На цокольном этаже располагается парковка для посетителей на 188 маш.м., так же на территории размещена открытая автопарковка на 30 маш.м.

Технико-экономические показатели земельного участка определены в соответствии с отводом земли по кадастровому реестру и схемой планировочной организации земельного участка. Основные показатели по генплану приведены в таблице 1.

На территории торгового центра предусмотрено комплексное благоустройство: проезд к зданию и сооружениям, пешеходные дорожки, автостоянка с твердым покрытием. Проезды с асфальтным

покрытием обеспечивают пожарный проезд и технологического транспорта. Тротуары с покрытием из тротуарной плитки.

Таблица 1 – ТЭП генплана

Наименование показателя	Отведенный участок	
	Площадь м2	%
Площадь участка	17004	100,0
Площадь застройки	8603,610	51
Площадь покрытий, в том числе:	6884	40
Площадь проездов	5228,00	31
Площадь автостоянок	386	2
Площадь тротуаров, площадок	926	5
Площадь отмосток	344	2
Площадь озеленения	1516,39	9

Автомобильные подъезды и проезды площадки запроектированы по схеме, которая предусматривает:

- доступ к основным вспомогательным зданиям и сооружениям площадки;
- связь с улично-дорожной сетью за счет строительства выезда на улицу Гагарина улицу Metallургов;
- доступ специального транспорта в чрезвычайных ситуациях;
- безопасное паркирование;
- расчистку территории в зимний период.

Движение пешеходов на территории объекта организовано по проектируемой сети тротуаров с выходом на существующую тротуарную сеть по улице Metallургов и улице Гагарина к остановкам общественного транспорта.

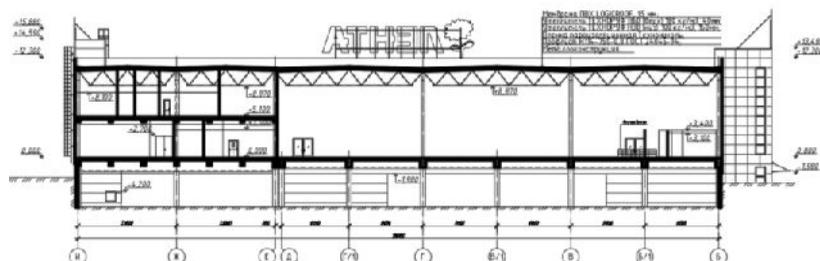


Рисунок 2 – Разрез в осях И-Б

Разработанная конструктивная схема здания отвечает установленным требованиям по прочности, устойчивости, долговечности и пожарной безопасности. Здание трехэтажное. Фундамент монолитный железобетонный ростверк на свайном основании. Наружные и внутренние противопожарные стены - навесные сэндвич-панели с заполнением базальтовым утеплителем толщиной 180мм. Внутренние стены - кирпичные - 250мм; железобетонные - 200мм. Колонны - монолитные железобетонные. Перегородки - ГКЛ по металлическому каркасу - 150мм; кирпичные - 120мм. Перекрытия - монолитные и сборные железобетонные. Покрытие - совмещенная кровля по металлокаркасу, состоящему из системы ферм и связей. Перекрышки - сборные железобетонные и металлические.

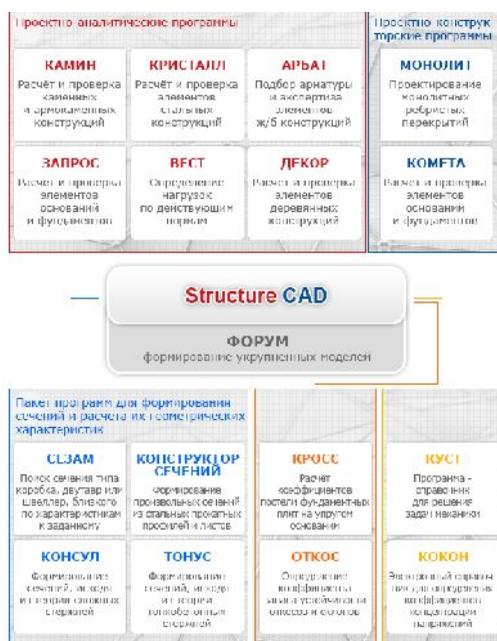


Рисунок 3 – Структура BK SCAD

Расчет основных несущих элементов и анализ внутреннего напряженно-деформированного состояния произведен при помощи вычислительного комплекса SCAD, в основу которого положен метод

конечных элементов. Структура комплекса и связь между его компонентами показана на рисунке 3.

Автоматизированное проектирование позволяет значительно сократить субъективизм при принятии решений, повысить точность расчетов, выбрать наилучшие варианты для реализации на основе строгого математического анализа всех или большинства вариантов проекта с оценкой технических, технологических и экономических характеристик производства и эксплуатации проектируемого объекта, значительно повысить качество конструкторской документации, существенно сократить сроки проектирования и передачи конструкторской документации в производство, эффективнее использовать технологическое оборудование с программным управлением. Автоматизация проектирования способствует более полному использованию унифицированных изделий в качестве стандартных компонентов проектируемого объекта.

Д.М. Заика, Ю.С. Гаврищук, В.О. Кузнецова
Научный руководитель: к.т.н., доцент А.В. Косых

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ В ТЕХНОЛОГИИ ГАЗОЗОЛОБЕТОНА

Газобетон – это разновидность ячеистого бетона, представляющий собой искусственный камень с равномерно распределёнными по всему объёму сферическими порами диаметром 1-3 мм.

Газобетон готовят из смеси портландцемента, кремнезёмистого компонента и газообразователя. В качестве кремнезёмистого компонента мы предложили использовать высококальцевую золу-унос ТЭЦ-6 ТИиТС в городе Братске. При смешивании всех компонентов с газообразователем – алюминиевой пудрой – происходит выделение водорода: $2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$. Он в несколько раз увеличивает исходный объём сырой смеси. А пузырьки газа при затвердевании бетонной смеси образуют в структуре материала большое количество пор. Структура и характер пор в газобетоне представлена в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Характеристика пористости теплоизоляционного ячеистого бетона

Средняя плотность бетона, кг/м ³	Общий объём пористости, %	Объём твёрдой фазы	Ячеистые поры		Капиллярные поры	
			Размер, см	Объём, М, %	Размер, см	Объём, М, %
200	92	8	10 ⁻⁴ -0,25	83	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴	7,5
300	88	12	10 ⁻⁴ -0,2	76	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴	9
400	84	16	10 ⁻⁴ -0,15	70	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴	10,5

За счет одного газообразователя невозможно обеспечить нужное количество пор. Поэтому при изготовлении конструкционно - теплоизоляционного газозолобетона неавтоклавного твердения для достижения высокой степени поризации смеси и сохранения ее устойчивости в течение этого процесса необходимо использовать воздухововлекающие химические добавки. Технологическая стадия, особенно в неавтоклавной технологии, является весьма ответственной, предопределяющей формирование пористой структуры материала. Получение изделий с заданной средней плотностью зависит от газодерживающей способности и устойчивости поризованной массы после окончания процесса вспучивания. Это определяет необходимость проведения исследования влияния различных технологических факторов на процесс поризации смеси, и в частности, на ее реологические характеристики и устойчивость. Наилучший вариант достигается в том случае, когда конец газовыделения совпадает с началом структурообразования [2].

В составе газозолобетона возможно применять до 50% золы-уноса [3]. Для того чтобы обеспечить требуемые физико-механических характеристики необходимо использовать химические добавки.

Выбор добавок обусловлен их значительным влиянием на коллоидно-химические свойства жидкой фазы суспензии при небольшом содержании этих добавок, а также положительным влиянием на процессы гидратации и твердения цемента.

Для изготовления газозолобетона использовали в качестве вяжущего Ангарский цемент ЦЕМ I 42,5 Н, газообразователем служила алюминиевая пудра ПАП-1, для регулирования сроков схватывания применяли двуводный гипс в виде суспензии, так же применяли добавку суперпластификатор С-3 и в качестве воздухововлекающей добавки сырое сульфатное мыло (ССМ).

Сырое сульфатное мыло (ТУ 13–0281078–28–118–28) – промежуточный продукт производства целлюлозы. Химический состав ССМ представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав ССМ

Название	Содержание, % от сухих веществ				
	смоляные жирные кислоты	неомыленные вещества	легнин и его соединения	свободная щёлочь, сульфат и карбонат	вода
Сырое сульфатное мыло (ССМ)	45 – 55	4 – 8	2 – 3	1 – 3	ост.

Сырое сульфатное мыло представляет собой пастообразный продукт тёмно-коричневого цвета, имеет концентрацию 45 – 60 % в пересчёте на сухое вещество, легко растворимо в воде. Добавка на основе ССМ состоит из соединений лигнина. По своей эффективности она не уступает, а по некоторым свойствам даже превосходит известные воздухоовлекающие добавки СНВ, СПД и др. содержанием в своём составе смоляных и жирных кислот.

Сырое сульфатное мыло обладает сильным стабильным воздухоовлекающим эффектом при приготовлении бетонных смесей. При оптимальных дозировках оно обеспечивает 3 – 5 % вовлечённого воздуха.

В данной работе в качестве воздухоовлекающей добавки использовался ССМ с массовой долей сухого вещества 55 %.

На первом этапе работы мы определили оптимальное В/Т, соотношение цемента и золы и расход ССМ для аэрированного газозолобетона. Представляло интерес оценить влияние ССМ на сроки схватывания цементно-золной смеси, пластифицированной С-3.

Нами было исследовано влияние расхода воздухоовлекающей добавки ССМ и суперпластификатора С-3, при разных водотвердых соотношениях, на среднюю плотность растворной смеси (рисунок 1 и рисунок 2).

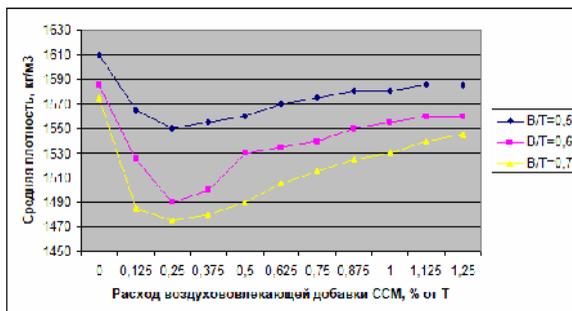


Рисунок 1 – График зависимости средней плотности растворной смеси от расхода воздухововлекающей добавки ССМ

Далее по графикам был определен оптимальный расход добавки, при котором был достигнут максимальный эффект воздухововлечения. При водотвердом соотношении равном 0,7 средняя плотность минимальна, при дозировке ССМ равном 0,25 % от массы твердой составляющей системы (Ц+3).

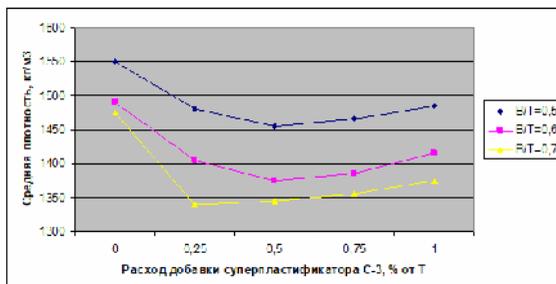
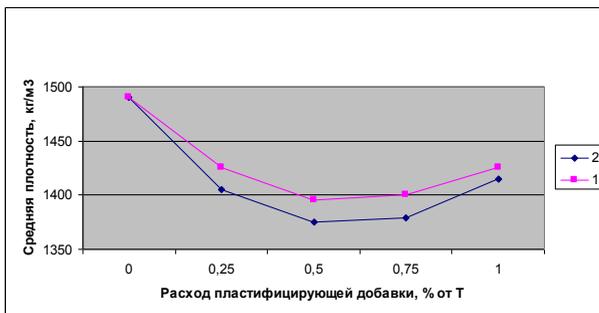


Рисунок 2 – График зависимости средней плотности растворной смеси от расхода добавки суперпластификатора С-3 при расходе воздухововлекающей добавки ССМ = 0,25% от Т

При анализе графиков можно сделать вывод, что при водотвердом соотношении равном 0,7, дозировке ССМ равной 0,25% и С-3 равной 0,25% от массы твердой составляющей системы (Ц+3) - средняя плотность минимальна.

В ходе экспериментов также было установлено, что эффект от действия добавок зависит от порядка их введения. Была проведена серия опытов, в первом случае – добавки вводились одновременно, во

втором смесь сначала пластифицировалась добавкой С-3, а после вводилась воздухововлекающая добавка ССМ (рисунок 1).



1 – совместное введение добавок; 2 – последовательное введение добавок.

Рисунок 3 – Влияние порядка введения добавок на среднюю плотность растворяющей смеси (расход ССМ=0,25% от Т)

Таким образом, эффект воздухововлечения выше, если в смесь сначала вводить добавку суперпластификатора, а потом воздухововлекающую добавку.

Эффект от введения воздухововлекающих добавок зависит от водотвердого соотношения смесей. Таким образом, на плотность и реологические свойства системы влияют три фактора: расход добавки суперпластификатора, расход воздухововлекающей добавки и водотвердое соотношение растворной части.

Библиографический список

1. Пухаренко, Ю.В. Особенности формирования структуры ячеистого фибробетона / Ю.В. Пухаренко // Популярное бетоноведение. Ячеистые бетоны в строительстве. -2008.-С.78-82.
2. Косых А.В., Серышева Е.П., Гавришук Ю.С. Свойства ячеистых бетонов и факторы их обуславливающие / «Энергия молодых - строительному комплексу»: материалы научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. – Братск: Изд-во БрГУ, 2016. – с. 45-50.
3. Косых А.В., Серышева Е.Н. Перспективы развития газозобетона // труды Братского государственного университета. Сер: Естественные и инженерные науки. -2015.-№1.-235 с.

К.М. Казимиренко

Научный руководитель: к.т.н., доцент А.М. Даминова

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ ДОБАВОК НА СРОКИ СХВАТЫВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В современном строительстве требования, предъявляемые к строительным материалам, выросли настолько, что классический состав не в состоянии обеспечить требуемые свойства. Поэтому, для направленного регулирования свойств вводятся комплексные добавки, позволяющие в широких пределах изменять технологические возможности и повышать строительно-технические характеристики, а также придавать новые свойства.

Учитывая, то, что холодный период в разных районах России длится от 3 до 10 месяцев и такие погодные условия не позволяют продолжать строительство в условиях отрицательных температур в том же темпе, что и в теплый период, а то и вовсе заставляют приостановить некоторые этапы строительства.

Общеизвестно, что климатические факторы характеризуются параметрами, существенно отличающимися от нормальных условий для твердения бетонов и растворов, изменяющимися в суточном и сезонном диапазонах температуры, влажности и солнечной активности. При низких же положительных температурах раствор твердеет крайне медленно, а при преждевременном его замораживании качество и долговечность возводимых конструкций резко снижаются.

Существуют такие пути ускорения структурообразования как корректировка *минералогического состава*, что является затратным и долгим процессом.

Тонкость помола, также нерентабельно. В связи с небольшим повышением активности цемента при значительных энергозатратах.

Начальное содержание воды использовать снижение В/Ц для ускорения твердения не результативно, так как это связано либо с повышением расхода цемента, либо со снижением удобоукладываемости.

Поэтому одним из технологических приемов, позволяющих ускорить рост прочности уложенного раствора, является введение химических добавок

Противоморозные добавки дают возможность продолжать работу с бетонными смесями даже при температуре до -25°C в соответствии с ГОСТ 24211-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов».

При отрицательной температуре такие добавки ускоряют процессы гидратации и твердения цементного теста с целью формирования раствора с достаточной «критической» прочностью, которая могла бы обеспечить его сопротивляемость давлению замерзающей в порах воды и формирование мелкопористой структуры цементного камня и раствора.

Это дает возможность замораживания раствора до температур ниже расчетной без опасности его размораживания, так как в растворе резко сокращается количество свободной воды, а формирующаяся мелкопористая структура исключает возможность замерзания воды в порах при обычных зимних температурах.

В лабораторных условиях проводился эксперимент, в котором мы оценивали цементные растворы с комплексной добавкой Криопласт П25-1.

Криопласт П25-1 в своем составе имеет тиосульфат, роданид натрия, полиметилена нафталин сульфонат, неорганические натриевые соли. Благодаря этому добавка оказывает противоморозное и пластифицирующее действие при низких температурах воздуха до -30°C.

Нами были использованы следующие материалы: Цемент Ангарского цементно-горного комбината М500 Д0, песок карьера №1 г. Братск, добавка Криопласт П25-1, микрокремнезем ООО «Братский завод ферросплавов».

Было запланировано 4 состава, один контрольный и остальные с разным рекомендованным количеством добавки Криопласт П25-1 от 1% до 6% от массы цемента.

Пластифицирующий компонент из-за значительного снижения расхода воды и уменьшения объема цементного камня меняет объем капиллярных пор.

Минеральный компонент участвует в процессах структурообразования цементного камня и способствует увеличению прочности раствора.

Ускоритель в составе многокомпонентной добавки позволит управлять скоростью твердения, в том числе и при твердении при пониженных и отрицательных температурах.

Сроки схватывания определяли на приборе Вика.

С каждого замеса раствор укладывали в 3 кольца и в течение каждых 10 минут погружали иглу до полного соприкосновения с цементным тестом и освобождали ее.

Фиксировали на сколько мм по шкале опускалась игла и ждали отсчета начало схватывания (не доходит до дна 2-4 мм) и конца схватывания (не погружается в раствор более чем на 1-2 мм).

Вывод: Исходя из нашего эксперимента, мы выяснили, что составы, в котором мы использовали добавку в разном количестве 1-6% от массы цемента ускоряет сроки схватывания в 2 раза (на 50%) и 2,5 раза (63%). Что значительно позволило управлять скоростью твердения, т.е. сократило время твердения.

А.В. Карпиков, В.С. Хабардин

Научный руководитель: к.т.н., профессор В.А. Шевченко

ВПО «Сибирский федеральный университет», г.Красноярск

ПРОИЗВОДСТВО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ БЛОКОВ ИЗ ТЯЖЕЛОГО ЗОЛОБЕТОНА В УСЛОВИЯХ ПОЛИГОНА

Актуальность работы обусловлена тем, что фундаментные блоки являются одними из самых востребованных строительных конструкций, так как они обеспечивают простоту возведения качественных фундаментов различных зданий и сооружений.

Фундаментные блоки более выгодно изготавливать в условиях полигона по поточно-агрегатной технологии. Полигоны имеют сравнительно небольшую мощность, и чаще всего бывают сезонного типа. Преимущество полигонов состоит в том, что их можно возводить в короткие сроки при сравнительно небольших затратах. Поточно-агрегатный способ, применяемый на крупных полигонах, характерен тем, что изделия в процессе изготовления перемещаются одно за другим через ряд постов, оборудованных различными агрегатами или устройствами.

На первом посту устанавливают форму, смазывают ее, затем укладывают арматуру и закладные части. На втором форму заполняют бетонной смесью, уплотняют ее и заглаживают поверхность изделия. На третьем производят тепловлажностную обработку изделий или выдерживают их на открытых площадках без обогрева, на четвертом распалубливают и осматривают изделия. От одного поста к другому изделие перемещают передвижными кранами.

Призаводские полигоны входят в состав завода железобетонных изделий и используются для изготовления небольшого числа типоразмеров изделий. Благодаря им увеличивается производительность завода. Как правило, призаводской полигон

снабжается бетонной смесью от бетоносмесительной установки завода.

Для экономии материальных ресурсов при изготовлении фундаментных блоков рекомендуется использовать в качестве крупного заполнителя гравий, а не щебень, поскольку класс бетонов по прочности для этих изделий составляет В 7,5 – В 15, а в качестве добавки к вяжущему можно использовать отходы теплоэнергетики в виде золы-унос.

Для этого нами выбрана возможность использования основных зол, получаемых из бурых углей КАТЭКа, так как они обладают вяжущими свойствами.

Цель работы заключалась в разработке составов тяжелого бетона для фундаментных блоков, обеспечивающих экономию материальных и экономических ресурсов.

Для достижения цели были выбраны и испытаны сырьевые материалы: гравий, песок, цемент и зола. Традиционные материалы (цемент, песок, гравий) соответствовали требованиям существующих нормативных документов. Результаты испытаний золы-унос представлены в таблице 1.

Таблица 1

Нормальная густота, %	Сроки схватывания, мин.		Прочность, МПа		Р _{ист.} , г/см ³	Р _{насып.} , г/см ³	Дисперсность, остаток на сите 008, %
			при изгибе	при сжатии			
	начало	конец					
32,7	25	270	1,8	8,7	2,5	1,15	

На испытанных материалах разработаны составы бетона классов В7,5 и В15 (марок М100, М200), представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Контрольные составы бетона

Материал	Расход материалов на 1 м ³ бетона, класса	
	В 7,5	В 15
Цемент, кг	300	300
Песок, кг	735	709
Гравий, кг	1102	1062
Вода, л	210	235

Расход цемента в разработанных составах составляет 300 кг/м³ (как минимально допустимый) исходя из условия обеспечения

требуемых значений бетона по водонепроницаемости и морозостойкости [1, 2]. Для снижения его расхода использовали добавку высококальциевой золы-унос Красноярской ТЭЦ-2.

С целью улучшения формовочных свойств бетонной смеси выбрали добавку Полипласт П-1, относящуюся к классу сильнопластифицирующих. Рекомендуемый производителем добавки ее расход составляет от 0,5 до 1,0 % от массы вяжущего по активному веществу [3].

Для получения оптимальных составов бетона были рассмотрены различные варианты, отличающиеся расходом цемента, золы-унос и добавки, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Составы тяжелого золобетона для фундаментных блоков

№ состава	Расход цемента, %	Расход золы, % от цемента	Расход золы, % от песка	Расход добавки, % от вяжущего	Прочности при сжатии, МПа, в возрасте	
					7 сут	28 сут
1	100	-	-	-	10,45	22,6
2	80	20	-	-	7,74	18,9
3	80	20	10	-	8,12	16,8
4	100	-	-	1,0	7,7	15,6
5	80	20	-	1,0	4,89	10,6
6	80	20	10	1,0	4,89	11,3
7	100	-	-	0,5	13,63	27,2
8	80	20	-	0,5	11,83	24,2
9	80	20	10	0,5	9,64	18,6

Полученные результаты показали, что оптимальными для фундаментных блоков являются составы, в которых на золу-унос заменено 20 % цемента и 10 % песка. Для улучшения формовочных свойств бетонной смеси и снижения водоцементного отношения, что способствует повышению плотности бетона, снижению его водопоглощения и повышению водонепроницаемости и морозостойкости следует использовать добавку – пластификатор в количестве 0,5 % от массы вяжущего.

Использование золы-унос позволит снизить себестоимость продукции при сохранении требуемых физико-механических характеристик.

Изготовление фундаментных блоков в условиях полигона может быть организовано по традиционной поточно-агрегатной технологии при доставке бетонной смеси с бетонного узла, расположенного на территории завода железобетонных изделий.

Биографический список

1.ГОСТ 13579-78 Блоки бетонные для стен подвалов. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1994.- 21 с.

2. Строительные нормы и правила: СНиП 82-02-95. Федеральные (типовые) элементные нормы расхода цемента при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций. – М.: [б.и.], 1995. – 10 с.

3. Ляпидевская О.Б. Бетонные смеси. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм. Учебное пособие./О.Б Ляпидевская, Е.А.Безуглова. – М.: МГСУ, 2013. – 851 с.

Е.В. Кононков, Д.Д. Буховцев, А.Б. Бадмаев

ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ В РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ДОМ»

В связи с активным технологическим прогрессом, возникло много новых направлений в различных отраслях жизнедеятельности. Одно из них – это “Интернет вещей”. В самом широком смысле термин “Интернет вещей” охватывает все, что связано с интернетом, но оно все чаще используется для определения объектов, которые “общаются” друг с другом [1]. Если говорить простыми словами, интернет вещей – это объединение устройств в одну систему – от простых датчиков и смартфонов до светофоров, беспилотных автомобилей. Интернет вещей уже не кажется чем-то фантастическим, так как часть его существует уже сейчас. Примером этого может послужить умный дом.

Умный дом, в простейшем случае, это дом, который оборудован освещением, отоплением и электронными устройствами, всем этим

можно дистанционно управлять с помощью смартфона или компьютера. Главной целью таких домов является повышение безопасности, эффективности ресурсопотребления и комфорта, это достигается при помощи автоматизации основных бытовых процессов.

Проект – именно то, с чего начинается любой дом. Раньше проект дома приходилось создавать вручную. Теперь в этом нет необходимости, так как существует огромное множество программ, как для новичков, так и для профессионалов, которые помогают проектировать здания, в том числе, позволяя использовать различные готовые решения. Размещение мебели, планировка, расход строительных материалов составляются на этой стадии конструирования дома [2]. Это затруднительное занятие отнимает время и требует мастерского подхода. Благодаря достижениям программистов и разработчиков программного обеспечения (ПО) существует большое количество приложений для проектирования домов [3]. Проведем небольшой обзор текущего рынка.

Virtual Architect Ultimate Home Design 7

Используя обширный набор инструментов и функций, представленные Virtual Architect Ultimate Home Design, любой пользователь, даже начинающий, сможет создать великолепный дом и ландшафт. Возможность экспорта дизайна в высоком разрешении и общая гибкость этого ПО для домашнего дизайна делают его прекрасным выбором.

TurboFloorPlan Home & Landscape Pro 2017

TurboFloorPlan Home & Landscaping Pro – достаточно простое в освоении приложение. Оно имеет ряд важных инструментов для того, чтобы спланировать ремонт дома или же создать новый дом. Инструменты включают в себя: калькулятор затрат, электрический планировщик, сантехнический планировщик и многое другое. Независимо от уровня вашей подготовки, данное ПО поможет вам спланировать дом таким, каким вы хотите его видеть.

Home Designer Suite 2018

Это программное обеспечение представляет собой первоклассные инструменты для проектирования, в том числе мастер создания дома и видеуроки, позволяющие быстрее освоить программу. Интерфейс Home Designer Suite снабжен инструментами системы автоматизированного проектирования [4-5]. Программа довольна сложна в освоении для новичков, но имеет различные опции, которых нет в большинстве программ для домашнего пользования.

Punch Home & Landscape Design Essentials 19

Punch Home & Landscape Design Essentials – это надежное программное обеспечение для пользователей любого уровня квалификации. Видеоуроки, меню быстрого запуска и руководство пользователя помогают начинающим узнать, как использовать программу. Также существует множество инструментов для поддержки более продвинутых пользователей при перепланировке или проектировании нового дома. Имеются многочисленные варианты планировок и большая библиотека объектов. Стоит отметить, что данное программное обеспечение лучше всего подходит для домов, имеющих традиционную планировку.

Total 3D Home Design Deluxe 11

Total 3D Home Design Deluxe имеет множество шаблонов домов и комнат для начинающих пользователей. Также приложение включает в себя калькулятор затрат, что несомненно поможет в планировке дома. Данное ПО является хорошим выбором как для новичка, так и для продвинутого пользователя.

Sweet Home 3D 5.4

Sweet Home 3D – простая в освоении программа, которая лучше всего подходит для простых проектов, а не для полного дизайна дома, созданного с нуля. У данного ПО есть хороший инструмент, который позволяет вам перетаскивать объекты в ваш 2D-дизайн, видя 3D-эквивалент в соседнем окне, что помогает избежать неправильного расположения объектов. Инструменты внешнего дизайна ограничены, как и общая функциональность инструментов проектирования. Это хорошее базовое программное обеспечение для домашнего remodelирования, но оно не выходит за рамки простых проектов.

DreamPlan Home

DreamPlan – это надежное программное обеспечение, очень простое в использовании, с полезными инструментами, такими как мастер кровли и фоновые сетки, помогающие при рисовании в 3D. Простой пакет функций не позволяет конкурировать с лучшим программным обеспечением для проектирования, но это отличный выбор для программы, которая не требует высокого уровня знаний.

Подводя итог, можно сказать, что существует большое количество различных программ для проектирования зданий. Они имеют ряд отличий: начиная от стоимости и заканчивая функциональностью. Выбирать ПО для проектирования нужно внимательно, исходя из особенностей и сложности конкретной поставленной задачи, а также учитывая сложность освоения выбранной программы.

Биографический список

1. Евдокимов И.В., Алалван А.Р.Д., Тимофеев Н.А., Нехоношин С.Р. Интернет вещей в контексте экономики программной инженерии и управления стоимостью проекта // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №6 (2017) <https://naukovedenie.ru/PDF/56TVN617.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
2. Максимов Д.Б., Трацевская А.П., Михалев А.С. Современный инструментарий программной инженерии // Новая наука: опыт, традиции, инновации. – Стерлитамак: АМИ, 2016. - №12(3) – С.149-151.
3. Евдокимов И.В. Методика исследования систем управления предприятий для целей информатизации // Труды Братского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2007. Т. 1. С. 284-288.
4. Камшилов Сергей Геннадьевич Системы автоматизированного проектирования в производственных процессах // Вестник ЧелГУ. 2004. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-avtomatizir..> (дата обращения: 10.05.2018).
5. Федосов Павел Валентинович Использование САПР при создании «Умных домов» // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2008. №51. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-sapr-p..> (дата обращения: 10.05.2018).

Е.В. Кучияш

Научный руководитель: к.т.н., профессор О.В. Куликов

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

Для расчетов деформаций, оценки прочности и устойчивости грунтовых массивов и оснований необходимо знать характеристики механических свойств грунтов. Под механическими свойствами грунта понимают его способность сопротивляться изменению объема и формы в результате силовых и физических воздействий. Основными параметрами механических свойств грунтов, определяющими несущую способность оснований и их деформации, являются

прочностные и деформационные характеристики грунтов (угол внутреннего трения, удельное сцепление, предел прочности на одноосное сжатие скальных грунтов, модуль деформации и коэффициент поперечной деформации грунтов). Допускается применять другие параметры, характеризующие взаимодействие фундаментов с грунтом основания и установленные опытным путем.

Механические свойства грунтов зависят от их гранулометрического и минерального состава, физических характеристик и структурных особенностей, обусловленных физико-географическими условиями образования грунтов.

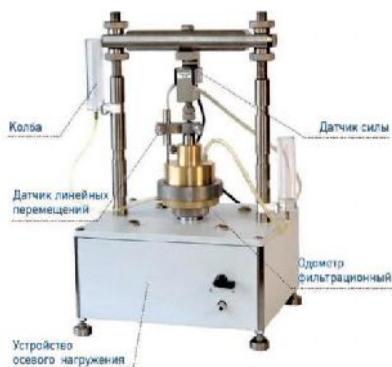


Рисунок 1 – Устройство компрессионного сжатия

В лаборатории испытывают образцы грунта относительно небольших размеров, отобранные на площадке строительства из шурфов и скважин. Особое внимание уделяется тому, чтобы образцы грунта по физическому состоянию соответствовали условиям естественного залегания. Необходимым требованием является также соответствие напряженно-деформированного состояния и условий деформирования испытуемого грунта тем, которые будут иметь место в основании или сооружении. Это достигается выбором соответствующих схем испытаний и режимов проведения опытов.

Испытания методом компрессионного сжатия являются одним из самых распространенных методов по определению деформационных свойств грунтов благодаря своей простоте и эффективности. Эти испытания проводят в компрессионных приборах (рисунок 1).

Метод применяется для определения следующих характеристик деформируемости: коэффициента сжимаемости, модуля деформации,

структурной прочности на сжатие, коэффициентов фильтрационной и вторичной консолидации для песков мелких и пылеватых, глинистых грунтов, органоминеральных и органических грунтов, относительного суффозионного сжатия и начального давления суффозионного сжатия для засоленных (содержащих легко- и среднерастворимые соли) песков (кроме гравелистых), супесей и суглинков.

Прочность грунта можно охарактеризовать сопротивлением сдвигу. Испытания грунтов при определении их прочности проводятся в лабораторных условиях, как правило, в приборах трехосного сжатия (рисунок 2).



Рисунок 2 – Общий вид установки трехосного сжатия

Метод трехосного сжатия используется для определения прочностных и деформационных свойств грунтов. Комплексные испытания в условиях трехосного сжатия в значительной мере устраняют недостатки современной практики лабораторных исследований, когда одни и те же показатели механических свойств определяются на нескольких образцах, при помощи разных приборов и в различных условиях силового нагружения. Испытания методом трехосного сжатия проводятся для определения угла внутреннего трения, удельного сцепления, модулей деформации, коэффициента поперечной деформации. Испытания проводятся по различным схемам с разными траекториями нагружения. Боковое или всестороннее, а также поровое давление в рабочей камере создаются жидкостью или сжатым воздухом. Управление давлением производится пневматическим, электропневматическим, электромеханическим способами. Объемные деформации образца измеряются автоматически. Схема рабочей камеры прибора трехосного сжатия показана на иллюстрации 3. В опытах на одноплоскостной срез прочность грунта определяется его сопротивлением сдвигу при

действию касательных напряжений при таком состоянии грунта, когда максимальное касательное напряжение остается постоянным на плоскости среза.

Технические характеристики установки трехосного сжатия

Вертикальная нагрузка, кН	10
Способ приложения вертикальной нагрузки	Непрерывно, с постоянной скоростью нагружения или равномерно, ступенями
Всестороннее давление, МПа	0–0,6
Порозное давление, МПа	0,6
Противодавление, МПа	0,6
Всестороннее обжатие образца в камере трехосного сжатия типа А	Жидкостью под избыточным давлением воздуха
Диаметр образца, мм	38; 50
Высота образца, мм	78; 100
Скорость осевых перемещений, мм/мин	0,01–5

Для проведения исследований кафедрой СКИТС было приобретено современное оборудование – полностью автоматизированный комплекс «АСИС-1» для лабораторных испытаний грунтов и определения характеристик прочности и деформируемости в соответствии не только с

российскими, но и европейскими и американскими стандартами. Комплекс «АСИС-1» внесен в Государственный реестр средств измерений [4].

В отличие от механических систем испытания грунтов, автоматизированные системы позволяют:

- 1) снизить нагрузку на экспериментатора, связанную с постоянным контролем за показаниями измерительных приборов;
- 2) проводить большое количество опытов и набирать статистику;
- 3) сократить время для обработки результатов испытания и составлению протоколов с помощью ЭВМ.

Измерительно-вычислительный комплекс АСИС – это автоматизированная система для определения прочностных и деформационных свойств грунтов оснований зданий и сооружений. Комплекс АСИС позволяет проводить испытания грунтов:

1. Компрессионные испытания, в том числе на просадочность.
2. Испытания на одноплоскостной срез.
3. Испытания на трехосное сжатие.

Комплекс АСИС позволяет получить следующие характеристики грунтов:

1. Модуль общей деформации.
2. Угол внутреннего трения.
3. Коэффициент сцепления.

Преимущества применения комплекса АСИС:

- автоматическое управление процессом испытаний (нагрузением и разгрузкой) образцов грунта в устройствах, входящих в его состав;
- воздействие на испытываемые образцы вертикальными и горизонтальными нагрузками и боковым и всесторонним давлением;
- измерение вертикальных и горизонтальных нагрузок (прикладываемой силы), действующих на образцы, с применением измерительных каналов силы. Измерение вертикальных, горизонтальных и радиальных деформаций (линейных перемещений) образцов с применением измерительных каналов линейных перемещений. Измерение бокового и всестороннего давления в рабочих камерах устройств, воздействующее на образцы, и измерение порового давления в поровом пространстве образцов с применением измерительных каналов давления;
- обработку результатов измерений, выполнение вычислений и определение характеристик прочности и деформируемости грунтов;
- архивирование и визуализацию результатов измерений и вычислений.

Биографический список

1. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М.: МНТКС, 2010.
2. СП 47.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 11-02-96). Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Госстрой России, 2012.
3. НПП ГЕОТЕК. URL: <http://www.npp-geotek.ru/>(дата обращения: 10.02.2014).

Е.А. Мулькеева

Научный руководитель к.т.н., профессор В.А. Люблинский

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ НЕСУЩИХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния (отказа) при установленной системе технического обслуживания и ремонтов (ГОСТ 18322-78), т.е. с возможными перерывами в работе.

В производстве строительных материалов и изделий в качестве важнейшего критерия надежности дополнительно учитывается **сохраняемость** свойств, т.е. длительное соответствие свойств материала или изделия – строго определенным стандартным требованиям.

Показатели качества могут изменяться с течением времени. Изменение их, превышающее допустимые значения, приводит к возникновению отказов состояния (частичного или полного отказа сооружения). Основное понятие, используемое в теории надежности, - понятие отказа, т.е. утраты работоспособности, наступающей либо внезапно, либо постепенно. Таким образом, весь период эксплуатации сооружения рассматривается с точки зрения теории надежности, как наработка на отказ.

Конструктивные элементы, или строительные конструкции зданий, представляют собой материальную основу зданий, обеспечивающую их эксплуатационные качества в течение всего срока службы.

Строительные конструкции предназначены для восприятия без разрушения и заметных деформаций всех действующих на здание нагрузок (собственный вес конструкций, мебели, оборудования; нагрузки от находящихся в нем людей, ветра, снега, сейсмических колебаний и др.) и воздействий (от солнечной радиации, атмосферной влаги и т. д.), а также защиты помещений от воздействия внешней среды (холода, жары, шума, ветра и других неблагоприятных несилевых воздействий).

По расположению в объеме здания конструктивные элементы подразделяются на вертикальные и горизонтальные.

По функциональному назначению конструктивные элементы делят на несущие и ограждающие. При этом один элемент может выполнять и несущие, и ограждающие функции, например наружная стена. Такие строительные конструкции называются Конструкциями совмещенного типа. Вертикальные несущие элементы в гражданских зданиях, как правило, дифференцируют на несущие и ограждающие.

Старение и износ несущих систем зданий и сооружений приводят к изменению их функциональных параметров. В отдельных конструкциях и элементах могут насчитываться десятки параметров, определяющих их техническое состояние. В целом в здании или сооружении количество параметров так велико, что сложно сделать какое-либо заключение об их техническом состоянии. Поэтому на практике стремятся использовать укрупненные показатели, с помощью

которых можно было бы судить о техническом состоянии объекта. Наиболее широко используемым обобщенным показателем технического состояния здания и его элементов является физический износ. Он определяется путем сравнения признаков, выявленных при визуальном или инструментальном обследовании, с характерными признаками, приведенными в специальных таблицах. Однако оценка состояния здания на основании физического износа во многих случаях бывает недостаточной. Во-первых, при такой оценке сложно спрогнозировать дальнейшее изменение состояния здания. Во-вторых, проводимые планоупредительные ремонты во многих случаях ликвидируют внешние признаки развития дефектов и неисправностей, особенно в начальной стадии.

Любое здание или сооружение должно отвечать определенным требованиям (техническим, экономическим, экологическим и т.п.). Поэтому о состоянии объекта можно судить по тому, соответствует ли он предъявляемым к нему требованиям или нет, а также насколько реализуется такое соответствие (в процентах, в долях единиц и т.п.). В последнее время такая оценка находит все более широкое применение. В основе ее лежит теория надежности.

Здание или сооружение предназначено для выполнения своих функций в течение длительного времени. Отсюда возникает проблема, состоящая в прогнозе отказов и управления режимом эксплуатации для получения экономического, социального и экологического эффекта на протяжении всего периода эксплуатации объекта.

Заменяя и восстанавливая конструктивные элементы, с одной стороны, можно обеспечить сколь угодно долгий срок их эксплуатации. С другой стороны, чем большее время элементы здания подвергаются воздействию внешних факторов, тем больше вероятность того, что они достигнут предельного состояния и произойдет отказ в их функционировании. Поэтому важно уметь прогнозировать изменение свойств конструкций во времени, по текущему состоянию, условиям эксплуатации и момент наступления предельного состояния. С помощью теории надежности возможно:

– разработать рациональную систему контроля за состоянием элементов здания и системы поиска неисправностей. Для достижения заданного уровня надежности параметров объекта определить полноту и глубину контроля, последовательность проверки элементов при отказе какой-либо части объекта, выработать рекомендаций по целесообразности применения контроля;

- разработать стратегию восстановления конструктивных элементов, учитывающую социальные, экономические факторы;
- определить периодичность и объем профилактических мероприятий;
- обосновать требуемую комплектацию материалами;
- определить техническое состояние конструкции на любой момент времени и сделать прогноз об его изменении в дальнейшей эксплуатации.

При оценке технического состояния эксплуатирующихся конструкций часто возникает необходимость выполнить расчетную проверку их параметров в реальных условиях. Здесь могут быть учтены расчетные ситуации следующих типов:

- установившиеся, имеющие продолжительность того же порядка, что и срок службы строительного объекта (например, эксплуатация между двумя последовательными капитальными ремонтами или изменениями технологического процесса);
- переходные, имеющие небольшую по сравнению со сроком службы строительного объекта продолжительность (например, возведение здания, капитальный ремонт, реконструкция);
- аварийные, имеющие малую вероятность появления и небольшую продолжительность, но являющиеся весьма важными с точки зрения последствий достижения предельных состояний возможных при них (например, ситуация, возникающая в связи со взрывом, аварией оборудования, пожаром, а также непосредственно после отказа какого-нибудь элемента конструкции).

На этапе от разработки и изготовления опытных образцов новых конструкций и материалов до массового их применения теория надежности позволяет планировать испытания, оценивать надежность сложного комплекса по результатам его испытаний, разрабатывать экономические планы контроля надежности.

На долговечность зданий и сооружений влияют факторы:

- Прочность строительных материалов;
- Высокая технологичность сборного перекрытия;
- Долговечность строительных материалов.

Надежность зданий и сооружений непрерывно формируется на всех этапах их существования. На стадии проектирования определяются нагрузки и воздействия, осуществляется выбор материалов и разрабатывается конструктивное решение, учитывающие основные факторы условий эксплуатации объекта. Тем самым формируется первоначальный уровень долговечности и безотказности

здания и его элементов. Принятые в конструктивном решении соединения отдельных элементов формируют ремонтпригодность. Кроме того, при проектировании закладывается определенный запас в основные параметры объекта (прочность, деформативность и т.п.), который называется начальным резервированием (рисунок 1).

При возведении зданий и сооружений качество монтажных работ, соответствие применяемых материалов проекту и правильное выполнение технологических процессов вносят определенную корректировку в свойства безотказности и долговечности элементов объекта.

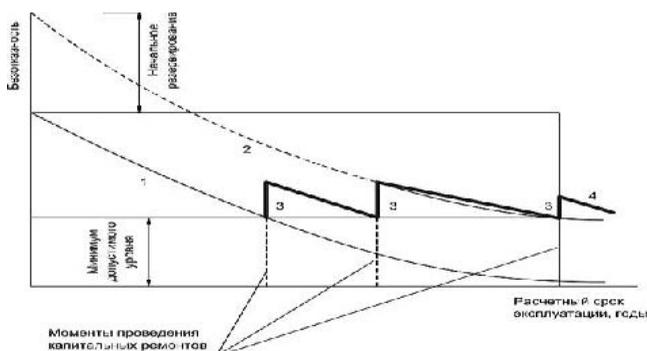


Рисунок 1 – Формирование и изменение надежности здания на стадиях проектирования и эксплуатации:

- 1 - изменение безотказности объекта в результате старения и износа; 2 - то же при начальном резервировании; 3 - повышение безотказности при капитальном ремонте; 4 - увеличение долговечности объекта.

Выполнение ремонтных работ, замена изношенных элементов в определенной мере восстанавливает уровень безотказности конструкций и оборудования. Использование при ремонтах новых технологий и материалов, предупреждающих износ, повышает долговечность конструкций, и наоборот, нарушение правил эксплуатации, несвоевременное проведение предупредительных ремонтов приводят к уменьшению расчетного уровня долговечности.

При проектировании можно за счет удорожания объекта достичь высокого уровня начальной безотказности таким образом, чтобы с учетом снижения во времени безотказность достигла минимально допустимого уровня к концу расчетного срока эксплуатации. Можно

предположить объект и без начального резервирования, что экономичнее первого варианта, и предусмотреть такую последовательность капитальных ремонтов, которая бы обеспечивала бы уровень безотказности не ниже требуемого на всем этапе эксплуатации. Такой подход потребует больших по сравнению с первым вариантом эксплуатационных затрат.

Таким образом, обеспечение требуемого уровня надежности зданий и сооружений в процессе их существования может выполняться техническими и организационными методами и должно обосновываться комплексными оценками: социальными, техническими, экономическими, экологическими и другими.

Биографический список

1. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения (с Изменениями № 1, 2) [текст]. – Введ. 1980-01-01. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам от 15.11.78 № 2986, 1980. – 34 с.

2. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* [текст]. – Введ. 2011-05-20. – М.: Минрегион России, 2010. – 166 с.

3. Бадагуев, Б.Т. Организация и производство строительно-монтажных работ. Сдача в эксплуатацию объектов строительства. Документальное обеспечение / Б.Т. Бадагуев. - М.: Альфа-Пресс, 2014. - 592 с.

4. Кузнецова Г.Ф. Здания и сооружения: Учебное пособие/СПбГИЭУ.-СПб.:СПбГИЭУ, 2010.- 292 с.

5. Сербин В.Ф. Конструкции. Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2009. – 448с.

Е.А. Мулькеева

Научный руководитель: к.т.н., профессор В.А. Люблинский

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ОГНЕЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Огнезащитные работы – это комплекс мероприятий, направленный на повышение огнестойкости помещения и повышение уровня его пожароустойчивости.

Такие мероприятия касаются специальной обработки и пропитки поверхностей из разных материалов.

Огнезащитная обработка возможна по отношению к деревянным, металлическим, бетонным поверхностям.

Актуальность огнезащитной обработки оправдана при возникновении пожара. Поверхности конструкций, обработанные должным образом, более медленно поддаются воздействию огня, давая людям возможность принять определенные меры по локализации и ликвидации зоны возгорания.

Аргументами «за» проведение огнезащитных работ есть:

- дополнительное время при пожаре для эвакуации жильцов, персонала;
- минимизация экономического ущерба;
- ограничение зоны возгорания;
- создание более комфортных условий для пожарных.

Правила выполнения работ нанесения огнезащитного покрытия включают выполнение операций по нанесению огнезащитных материалов на защищаемые конструкции в условиях строительной площадки.

Одним из способов достижения требуемого предела огнестойкости строительных конструкций является нанесение огнезащитного состава или материала.

Огнезащитные составы и материалы подразделяются по виду огнезащитного состава (ОЗС) на:

- тонкослойные вспучивающиеся;
- толстослойные напыляемые составы;
- огнезащитные обмазки;
- штукатурки.

В качестве огнезащиты могут применяться комбинации различных составов и материалов.

Процесс получения огнезащитного покрытия осуществляется в соответствии с указаниями проектной документации, проекте производства работ (далее – ППР), инструкцией изготовителя (поставщика) огнезащитных составов или технологическими картами.

В общем виде выполнение работ по нанесению огнезащитных покрытий состоит из следующих этапов:

- приемка конструкций (защищаемой поверхности) или подготовка поверхности конструкций под нанесение огнезащитного покрытия;
- подготовка материала огнезащитного для нанесения;

- нанесение огнезащитного покрытия;
- нанесение покрывных и декоративных материалов;
- приемка законченных работ.

Все этапы должны включать контрольные операции.

До начала огнезащитных работ должны быть смонтированы все инженерные системы с элементами их крепления и усиления, закончены все сварочные работы, зачищены и огрунтованы монтажные сварные швы указанным в проекте антикоррозионным грунтом, а также восстановлены поврежденные во время транспортировки и монтажа заводские защитные покрытия.

Для приемки конструкций под устройство огнезащитного покрытия руководитель работ должен получить данные о виде и марке существующего защитного (грунтовочного) покрытия и документы, подтверждающие его соответствие по совместимости с материалом огнезащиты. Информация о виде и марке существующего защитного (грунтовочного) покрытия может быть получена из технической или проектной документации, документов завода изготовителя, паспортов на защищаемые конструкции, актов на скрытые работы и сертификатов на примененные материалы.

Внешний вид защищаемой поверхности и грунтовочного покрытия оценивается визуально: поверхность и грунтовочное покрытие не должно иметь вздутий, отслоений, шелушения, царапин, очагов коррозии, не прокрашенных мест, трещин, морщин, пузырей и должна соответствовать требованиям проекта производства работ (ППР).

На защищаемой поверхности не должно быть пыли, масляных и битумных пятен, грязи, продуктов меления, брызг раствора или бетона (вторая степень загрязнения по ГОСТ 9.402). В случае наличия загрязнения следует произвести дополнительную очистку поверхности.

Не допускается применение средств огнезащиты на неподготовленных или подготовленных с нарушениями требований технической документации (проекта огнезащиты) поверхностях объектов защиты. В этом случае проводится дополнительная подготовка поверхности.

Все применяемые в качестве огнезащиты составы и материалы, а также их компоненты должны пройти входной контроль.

Приготовление огнезащитного состава непосредственно на объекте проводится в соответствии с рекомендациями,

установленными в сопроводительной документации к огнезащитным составам.

Приготовление рабочих составов жидких огнезащитных материалов и составов заключается в выполнении следующих операций:

- перемешивании материалов до однородной консистенции с помощью механических мешалок (строительных миксеров) в течение времени, указанного в сопроводительной технической документации;

- введении растворителя (разбавителя) в соответствии с техническими характеристиками на данные материалы с учетом выбранного метода нанесения; - фильтровании материалов (если это предусмотрено технической документацией на составы).

Критерий однородности состава определяется визуально отсутствием раздела фаз в материале, отсутствием сгустков и комков. Кроме того, следует контролировать однородность цветовой окраски состава.

После проведения каждой из операций по подготовке огнезащитных материалов производится запись в журнале операционного контроля о соблюдении параметров, указанных в сопроводительной технической документации.

Все операции по нанесению огнезащитного покрытия должны производиться при температуре воздуха от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$, относительной влажности воздуха не более 85 %, при отсутствии осадков, тумана, росы и воздействия агрессивных агентов, если иное не оговорено в технологической инструкции изготовителя.

Лучшее качество покрытия достигается при температуре окружающей среды $20\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Контроль сохранности эффективности огнезащиты в процессе эксплуатации осуществляется в случае растрескивания, отслоения и набухания огнезащитного покрытия, возникновения пузырей и коррозии на ее поверхности, которые появились после сдачи объекта, а также по истечении определенного настоящим стандартом срока службы. Оценка состояния огнезащитной обработки в течение всего гарантийного срока проводится с периодичностью 2,5,10 лет. Оценка состояния огнезащитной обработки в течение всего гарантийного срока проводится путем визуального контроля и контроля с использованием контрольно-измерительных приборов.

Таким образом, при соблюдении требований, указанных нормативно-технической документации, выполнении операций огнезащитных работ, достигается сохранение зданий и сооружений от

воздействия возгорания, и снижаются показатели экономических потерь.

Биографически список

1. Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации». М.: Государственная Дума от 22.12. 2004 г.

2. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». М.: Государственная Дума от 23.12.2009 г.

3. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». М.: Государственная Дума от 04.07.2008 г.

4. Стандарт саморегулируемой организации некоммерческого партнерства «Межрегиональное объединение дорожников «СОЮЗДОРСТРОЙ», СТО 017 НОСТРОЙ 2.12.118-2014, М.:2014, С. 28.

5. ГЭСН 81-02-2001-И8 Изменения, которые вносятся в государственные сметные нормативы. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы (утв. Приказом Минрегиона России от 29 июня 2012 г. № 262).

6. Письмо Госстроя СССР от 23 мая 1985 г. № АД-2314-4.

М.С. Мунц, С.Н. Еськова, У.Н. Амридинов
Научный руководитель: к.т.н., профессор А.А. Зиновьев

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО ИЗ ОТХОДОВ МЕСТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

В настоящее время основой строительства является композиционный материал – бетон, ежегодный мировой объем которого, по различным данным составляет 5-10 млрд. м³, в свою очередь основой бетона является цемент.

Цемент один из наиболее широко применяемых, важных и дефицитных строительных материалов, и хотя в нашей стране ежегодно выпускается достаточное количество цемента, его нехватка постоянно ощущается.

Кроме того цемент – наиболее дорогой материал и составляет примерно половину получаемого строительного материала (изделия).

Причем доля затрат увеличивается с повышением марки. Поэтому экономия цемента – исключительно важная задача технологии изготовления бетона и железобетона и других строительных материалов на его основе. Применяя различные приемы, можно экономить от 10 до 25% цемента.

Расход цемента нормируется СНиП 82-02-95 «Федеральные (типовые) элементные нормы расхода цемента при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций». Эти нормы предназначены для оценки прогрессивности и обоснованности производственных норм расхода цемента. Если производственные нормы превышают типовые, необходимо разрабатывать мероприятия по снижению расхода цемента.

Одним из средств экономии цемента является использование техногенного сырья в технологии получения искусственного композиционного материала, кроме того данное мероприятие позволяет частично улучшить экологическую ситуацию, снизить объемы добычи минерального сырья.

Учитывая, что многие минеральные и органические отходы по своему химическому составу и техническим свойствам близки к природному сырью, а во многих случаях имеют ряд преимуществ (предварительная термическая обработка, повышенная дисперсность и др.), применение в производстве строительных материалов промышленных отходов является одним из основных направлений снижения материалоемкости этого массового многотоннажного производства.

Анализируя сырьевой рынок нашего региона, и изучая химический состав отходов, можно выделить следующие виды отходов с возможностью использования в качестве минеральных добавок для изготовления вяжущих веществ:

- золошлаковые отходы, образующиеся при сжигании угля на ТЭЦ с организацией сухого удаления;
- микрокремнезем – отход производства кристаллического кремния, образующийся в процессе осаждения газоочистки.

Известно, что за счет применения зол ТЭС, тонкомолотых шлаков и других добавок может быть получена экономия цемента до 10%. Так, применение золы-уноса в бетоне может сократить расход цемента на 50-70 кг/м³.

При использовании микрокремнезёма для изготовления бетонов достигается большее уплотнение цементного камня, межзерновые

пустоты заполняются прочными продуктами гидратации, улучшается сцепление с заполнителями.

В нашей работе ведется изучение совместного использования золы-уноса и микрокремнезема в составе композиционного вяжущего для приготовления тяжелых бетонов.

По результатам трудов исследователей ФГБОУ ВО «БрГУ» подобран оптимальный процентный состав композиционного вяжущего:

- портландцемент – ПЦ-500Д0 (ОАО «Ангарскцемент») – 67%;
- зола-уноса (отход ТЭЦ-6, ПАО «Иркутскэнерго») – 25%;
- микрокремнезем (отход производства ОАО «БрАЗ») – 8%;
- добавка «Реламикс» – 1,2% в пересчёте на сухое вещество от массы портландцемента.

Композиционное вяжущее изготавливалось путем помола компонентов в шаровой мельнице различной длительности (от 10 до 60 минут) с интервалом в 10 минут.

На начальном этапе исследований проведено изучение влияния полученного композиционного вяжущего на прочностные характеристики строительного раствора и тяжелого бетона.

По результатам лабораторных испытаний бетонных образцов (кубов 10×10×10 см), изготовленных на основе полученного композиционного вяжущего и твердеющих в нормальных условиях, установлен заметный прирост прочности по сравнению с контрольными образцами, изготовленными с использованием портландцемента ПЦ-500Д0 и введенной в состав бетонной смеси с водой затворения добавки «Релакмикс» в количестве 1,2% от массы цемента в пересчёте на сухое вещество.

Данные исследований приведены в таблице 1, изменение прочности по отношению к контрольному замесу в таблице 2.

Таблица 1 – Свойства бетонной смеси и тяжелого бетона на основе композиционного вяжущего с использованием отходов местных производств

Замес	Состав, $\frac{\text{кг на замес}}{\text{кг/м}^3}$						О, см	$\rho_{б.с}$, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	ρ_6 , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$R^{ТВ}$, МПа	R^{28} , МПа
	Вяж.	П	Щ	В	В/Щ	Д					
Ц+Д	$\frac{6,08}{33}$	$\frac{12,9}{710}$	$\frac{23,7}{130}$	$\frac{3,64}{200}$	0,6	$\frac{0,07}{3,40}$	9	2547	2470	21,2	30,4

	3		4								
10 мин.	$\frac{6,08}{333}$	$\frac{12,95}{710}$	$\frac{23,79}{1304}$	$\frac{3,62}{198}$	0,59	В сост. вяж.	9	2545	2470	24,5	31,1
20 мин.	$\frac{6,08}{333}$	$\frac{12,95}{710}$	$\frac{23,79}{1304}$	$\frac{3,50}{192}$	0,58	В сост. вяж.	9	2539	2470	29,5	34,8
30 мин.	$\frac{6,08}{333}$	$\frac{12,95}{710}$	$\frac{23,79}{1304}$	$\frac{3,40}{186}$	0,56	В сост. вяж.	9	2533	2480	30,3	35,3
40 мин.	$\frac{6,08}{333}$	$\frac{12,95}{710}$	$\frac{23,79}{1304}$	$\frac{3,55}{195}$	0,58	В сост. вяж.	9	2542	2480	23,9	38,3
50 мин.	$\frac{6,08}{333}$	$\frac{12,95}{710}$	$\frac{23,79}{1304}$	$\frac{3,50}{192}$	0,57	В сост. вяж.	9	2539	2470	19,2	34,6
60 мин.	$\frac{6,08}{333}$	$\frac{12,95}{710}$	$\frac{23,79}{1304}$	$\frac{3,36}{184}$	0,55	В сост. вяж.	9	2531	2480	22,8	35,9

Таблица 2 – Изменение прочности по отношению к контрольному замесу

Замес на композиционном вяжущем	Изменение прочности после ТВО по отношению к контрольному замесу, %	Изменение прочности после нормального твердения по отношению к контрольному замесу, %
10 мин.	Увеличение на 15,6%	Увеличение на 2,3%
20 мин.	Увеличение на 39,2%	Увеличение на 14,5%
30 мин.	Увеличение на 42,9%	Увеличение на 16,1%
40 мин.	Увеличение на 12,7%	Увеличение на 25,9%
50 мин.	Уменьшение на 9,4%	Увеличение на 13,8%
60 мин.	Увеличение на 7,5%	Увеличение на 18,1%

С учётом зафиксированного при исследованиях повышения прочности, можно говорить о возможном сокращении расхода цемента для получения бетона равной марки (класса).

При расходе цемента 333 кг/м^3 , на поставленных в лабораторию заполнителях, портландцементе ПЦ500Д0 и добавке «Реламикс» в количестве 1,2% от массы цемента в пересчёте на сухое вещество, в возрасте твердения 28 суток был получен бетон класса В22,5. На композиционном вяжущем со временем помола 40 мин. получен бетон класса В30.

В соответствии со СНиП 82-02-95 «Федеральные (типовые) элементные нормы расхода цемента при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций» для приготовления бетона класса В30 необходимо на 24 % цемента больше чем, для бетона класса В22,5. Можно предположить, что для получения класса бетона соответствующего контрольному замесу необходимо 253 кг композиционного вяжущего со временем помола 40 мин.

Стоимость компонентов на одну тонну композиционного вяжущего представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Стоимость компонентов на одну тонну композиционного вяжущего

Компоненты композиционного вяжущего	Процентный состав композиционного вяжущего	Расход компонентов для приготовления одной тонны композиционного вяжущего, кг/м^3	Стоимость компонента на рынке, руб.	Стоимость компонента на 1 тонну композиционного вяжущего, руб.
Портландцемент – ПЦ-500Д0 (ОАО «Ангарскцемент»)	67	670	4100 за 1 тн.	2747
Зола-уноса	25	250	750 за 1 тн.	187,5
Микрокремнезем	8	80	2850 за 1 тн.	228
Добавка «Реламикс»	1,2 от массы цемента в пересчёте на сухое вещество	8,04	2500 за 25 кг.	804
Итого:				3966,5

Предварительно посчитана себестоимость материалов для изготовления 1 м³ товарного бетона с применением техногенных отходов и из первичного сырья с добавкой «Реламикс» (см. таблицу 4). Базой для приведения показателей потребительских свойств является прочность бетона.

Таблица 4 – Себестоимость материалов для приготовления 1м³ товарного бетона с применением техногенных отходов и из первичного сырья

Тип вяжущего	Проектный класс бетона	Состав кг/м ³ стоимость компонента, руб./м ³					В/Ц	ОК, см	Стоимость материалов на 1м ³ , руб.
		Вяжущее	П	Щ	В	Д			
ПЦ+Д	В22,5	<u>333</u> 1365,30	<u>710</u> 639,0	<u>1304</u> 1434,40	<u>231</u> 3,83	<u>4,0</u> 400	0,69	9	3842,53
КВ с временем помола 40 мин.	В22,5	<u>253</u> 1003,52	<u>710</u> 639,0	<u>1304</u> 1434,40	<u>147</u> 2,44	в сост. вяж.	0,58	9	3079,36

Общие выводы:

1) По результатам лабораторных исследований установлено, что применение композиционного вяжущего при его равных расходах способствует увеличению прочности бетона на 5-25%.

2) Оптимальное время помола композиционного вяжущего составляет 30-40 мин.

3) Применение композиционного вяжущего позволяет экономить до 49% портландцемента.

4) Предварительные расчёты в части экономической эффективности показали, что:

– стоимость материалов на 1 тн. композиционного вяжущего подобранного состава меньше стоимости 1 тн. портландцемента (навал) на 3,2%;

– себестоимость материалов на 1 м³ товарного бетона с применением композиционного вяжущего на 19,9% меньше себестоимости материалов на 1 м³ бетона с добавкой «Реламикс».

5) Применение композиционного вяжущего в тяжелые бетоны, наряду со снижением объемов добычи минерального сырья, позволяет частично улучшить экологическую обстановку.

О.А. Некрасова

Научный руководитель: к.т.н., доцент В.М. Камчаткина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ПРОЕКТ ПАРКА «АЛИСА В СТРАНЕ ЧУДЕС»

Одной из важнейших проблем является улучшение окружающей человека среды и организация здоровых и благоприятных условий жизни. В решении этой проблемы видное место принадлежит озелененным территориям в виде скверов, бульваров, парков культуры и отдыха.

Парки культуры и отдыха необходимы для организации отдыха населения и проведения разнообразной культурно-просветительной работы среди взрослых и детей.

Проект разрабатывается на территории города Братска по адресу: ул. Энгельса, объектом является парк отдыха.

Организация парка отдыха, на наш взгляд, позволит реализовать следующие задачи:

- 1) Создание благоприятных условий для отдыха местного населения;
- 2) Обогащение окружающей среды с помощью формирования культурных городских ценностей;
- 3) Создание новой «точки притяжения» в городе;
- 4) Получение прибыли;
- 5) Привлечение внимания молодежи к спорту и русским традициям;
- 6) Увеличение рабочих мест;
- 7) Поддержка талантливой молодежи;
- 8) Организация разнообразных культурных мероприятий, развлечений, зрелищ.

Сейчас территория парка совершенно не обустроена, в данный момент она выглядит (см. рисунок 1). На этой территории планируется создать парк отдыха площадью 250000м².

Идеей организации пространства парка послужила книга «Алиса в стране чудес. Почему выбрана именно эта тема? На наш взгляд данное произведение раскрывает суть всего мира. Наш мир похож на

зазеркалье, в котором творятся странные, необычные вещи. Каждый, кто читает книгу «Алиса в стране чудес», окунается с головой в мир фантазий и волшебства, путешествует вместе с главной героиней – Алисой и не может остановиться и отдохнуть от книги хотя бы пару минут. Поэтому мы решили, что идея реализации фантазии, волшебства и странных, необычных вещей будет интересна для проектируемого парка.



Рисунок 1 – Территория предполагаемого парка (а – вид зимой; б – вид летом)

Парк предполагается поделить на 2 части: на зону отдыха и на зону развлечений (рисунок 2).

В зоне отдыха предполагается разместить книжную полку, где любой посетитель может взять интересную книгу в залог и присев на лавку прочитать её. Так же отдыхающие могут поучаствовать в игре «шахматы в человеческий рост», покататься на лошадях и попробовать найти выход из лабиринта. Помогут создать романтическую обстановку арочные фонари и светильники «Сакура». Привлекут внимание детей: рисунки на деревьях, мультяшные карты, кафе в виде замка. Вся территория парка будет озеленена кустарниками, цветами и деревьями.

В зоне развлечений планируется разместить: различные аттракционы и карусели, качели, турники, горки. Любители пощекотать себе нервы смогут посетить комнату страха, а также спуститься в зорбе с возвышенности, взобраться по скалодрому, где за безопасностью будет следить инструктор, посетители разных возрастов смогут попрыгать на батутах, порисовать на стенах для творчества, прийти на сеанс в открытый кинозал, а зимой провести весело время на открытом катке. Любители скорости и адреналина смогут прокатиться на картинге. Также на территории парка

предусматривается разместить: кассу для приобретения билетов; ларьки с едой; биотуалеты; дорожки для катания на роликах, велосипедах, скандинавской ходьбой, а зимой для катания на лыжах.

Для сопровождения развлекательных мероприятий можно привлекать волонтеров, актеров, активистов.

Всю территорию предполагается оградить забором, а на главном входе разместить арку с вывеской названия парка.

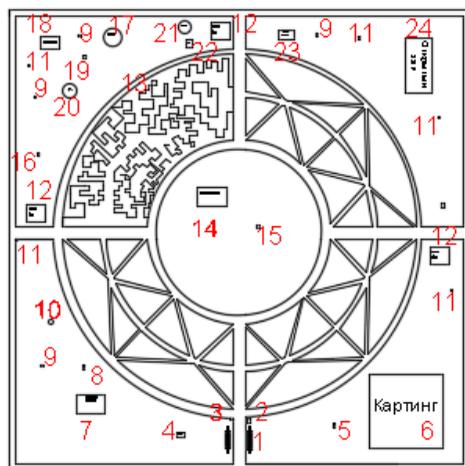


Рисунок 2 – Схема парка «Алиса в стране чудес»

(1-стены для творчества,2-книжная полка,3-касса,4-батут (от 7-14 лет),5-качели,6-картинг,7-комната страха,8-качели,9-горка,10-карусель,11-туалет,12-ларьки с едой,13-лабиринт,14-кафе «Замок»,15-шахматы,16-качели,17-аттракцион «Кружки»,18- скалодром,19-батут «Олимпийский» (с 7 лет),20-аттракцион «Самолетик»,21-карусель «Лошадки»,22- детский батут (от 3-7) лет),23-аттракцион «Паровозик»,24-открытый кинозал (зимой каток)

Данный проект разрабатывается в рамках Всероссийского конкурса «Идеи, преобразующие города». Предполагается создание макета парка отдыха «Алиса в стране чудес» [1].

Биографический список

1. Положение о проведении Всероссийского конкурса «Идеи, преобразующие города», направленного на выявление,

сопровождения и поддержку талантливых молодых граждан, активно участвующих в планировании и создании проектов благоустройства городской среды и муниципальных образованиях РФ. (Москва 2018).

Т.Д. Петрова, Ю.А. Поддубная
Научный руководитель к.т.н., профессор В.А. Шевченко

ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ БЕТОНА ДЛЯ ИСКУССТВЕННОЙ БРУСЧАТКИ

Искусственная брусчатка – дорожное мелкоштучное изделие, обладающее высокой прочностью и способное выдерживать весовые нагрузки, предназначенное для укладки тротуаров и площадок. Положительными сторонами такого изделия при использовании является то, что при необходимости ремонтных работ или демонтажа брусчатку можно легко снять и уложить снова.

Технология изготовления брусчатки подразделяется на два вида: вибропрессование и вибролитье. Оба метода могут одинаково обеспечивать качество таких изделий при условии соблюдения соответствующих технологических параметров. При литьевом методе требуется подвижная, но однородная бетонная смесь, что обеспечивается относительно высоким расходом вяжущего и использованием эффективных добавок-пластификаторов. Метод вибропрессования основан на использовании жестких и сверхжестких бетонных смесей с минимальным водоцементным отношением, которые уплотняют вибрационным методом с дополнительным усилием прессования. На наш взгляд, технология вибропрессования является более оптимальной, так как изделия, изготовленные этим методом отличаются мелкопористой однородной структурой бетона с высокой морозостойкостью, прочностью и износостойкостью.

Традиционными сырьевыми материалами для изготовления искусственной брусчатки являются щебень мелких фракций и природный песок. В нашей работе были использованы отходы, получаемые при дроблении щебня – песчано-щебеночная смесь (ПЩС), которая содержит в себе песчаную и щебеночную составляющие. При анализе пригодности ПЩС было установлено, что в ней содержится 40 % песчаных фракций с модулем крупности 3,82 и 60 % щебня с максимальным размером зерен 10 мм. Поскольку песок, входящий в состав ПЩС по модулю крупности относится к пескам

повышенной крупности, в бетонной смеси на таком заполнителе могло бы наблюдаться неполное заполнение межзерновых пустот в крупной части заполнителя. Предварительные испытания показали, что бетонная смесь на контрольной ПЩС имеет неплотную структуру с дефицитом мелких фракций. В связи с этим часть ПЩС была заменена на природный песок с $M_{кр.} = 2,3$.

В качестве вяжущего использовали традиционный портландцемент класса ЦЕМ II 32,5 (M400) Красноярского цементного завода, удовлетворяющий требованиям ГОСТ по нормальной густоте и срокам схватывания.

Для снижения расхода цемента и повышения формовочных свойств жесткой бетонной смеси использовали химическую добавку «Реламикс П-5», которая обладает пластифицирующим эффектом, регулирует кинетику твердения в сторону сокращения сроков схватывания и увеличивает прочность. Согласно рекомендации – производителя добавки - фирмы «Полипласт», добавка вводится в бетонную смесь в 0,1-3 % от массы вяжущего.

Цель работы заключалась в разработке составов тяжелого бетона на основе песчано-щебеночной смеси для изготовления искусственной брусчатки.

В процессе выполнения работы было разработан контрольный состав и несколько составов бетона с разным расходом добавки и цемента. Расчет был произведен по методу «абсолютных объемов».

Было установлено, что бетонная смесь контрольного состава обладает недостаточно плотной структурой из-за ощутимого дефицита песка в песчано-щебеночной смеси. В связи с этим в бетонную смесь был дополнительно введен песок при сокращении расхода ПЩС. Принятые составы бетона, в том числе с химической добавкой «Реламикс П-5» представлены в табл. 1. Расходы добавки, по результатам предварительных исследований на цементном тесте приняты от 0,4 до 0,6 % от массы цемента.

Таблица 1 – Составы тяжелого бетона для изготовления искусственной брусчатки

№	Составы	Расход материалов на 1 м ³ бетона				
		цемент, кг	ПЩС, кг	песок, кг	вода, л	Добавка, % от Ц
1	Контрольный на ПЩС	515	1725	-	170	-
2	С добавлением	515	1525	200	200	-

	песка					
3	С добавлением	515	1525	200	187	0,4
4	песка и				180	0,5
5	химической добавкой				176	0,6

По результатам исследований был получен оптимальный состав тяжелого бетона для изготовления искусственной брусчатки на ПЩС со сниженным расходом цемента, что было достигнуто за счет использования химической добавки. Испытания показали, что бетон этого состава характеризуется требуемыми прочностными показателями, водопоглощением, морозостойкостью и истираемостью, как представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Состав и свойства бетона для искусственной брусчатки

Показатели	Значение показателей	
	фактические	Требуемые ГОСТ
Расход материалов на 1 м ³ бетона:		
Цемент, кг	415	
ПЩС, кг	1525	
Песок, кг	300	
Вода, л	190	
Добавка «Реламикс П-5». % от расхода цемента	0,5	
Класс по прочности при сжатии	В 22,5	В 22,5
Водопоглощение, %	2,3	Не более 6
Истираемость, г/см ²	0,24	не более 0,9
Марка по морозостойкости, F	200	200

Библиографический список

- ГОСТ 17608-2017 Плиты бетонные тротуарные. Технические условия. - Введ. 01.03.2018 – Москва : Стандартинформ, 2017.
- ГОСТ 8269.0-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний. – Введ. 01.07.1998 – Москва : Госстрой России, ГУП ЦПП, 1998. – 96с.
- ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний. – Введ. 01.07.1989 – Москва : Стандартинформ, 2006. – 67с.

Р.А. Татуев

Научный руководитель: к.т.н., профессор В.А. Люблинский

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ НЕСУЩИХ СИСТЕМ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

В Российской Федерации до вступления в силу изменений в Градостроительный кодекс РФ в 2016 году возводилось жилье экономкласса, впоследствии оказавшееся недостаточно качественно построенным из-за неполного соблюдения требований технической документации, а также отсутствия надлежащего строительного контроля.

Поэтому своевременными и актуальными стали изменения в законодательстве, согласно которым вся проектная документация в случае строительства или капитального ремонта зданий и сооружений, осуществляемой за счет средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, подлежит обязательному прохождению государственной экспертизы, а само строительство в обязательном порядке находится под контролем со стороны Службы государственного строительного надзора [3].

Под долговечностью в строительстве понимают способность строительного объекта сохранять прочностные, физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока службы. Это время, в течение которого в зданиях и сооружениях эксплуатационные качества сохраняются на заданном проектном уровне в соответствии с нормативными сроками службы. При этом она не зависит от периодически проводимых текущих и капитальных ремонтов.

Долговечность здания и сооружения определяется сроком службы его основных конструкций.

В Строительных нормах и правилах (СНиП) установлены три степени долговечности зданий:

I – с повышенным сроком службы (не менее 100 лет);

II – со средним сроком службы (не менее 50 лет);

III – с пониженным сроком службы (не менее 20 лет) [4].

Долговечность сокращается при неправильной эксплуатации зданий и сооружений, перегрузках конструкций, а также при резко выраженных разрушающих влияниях окружающей среды. Большое

значение для обеспечения долговечности имеет правильный выбор конструктивных решений с учетом особенностей климата и условий эксплуатации. Повышение долговечности конструкций достигается применением строительных и изоляционных материалов с высокой стойкостью [1,10].

При проектировании зданий и сооружений с учетом долговечности и заданных условий эксплуатации наличие заданного срока эксплуатации позволяет обоснованно выбирать материалы, изделия, назначать первичную или вторичную защиту, продолжительность межремонтного периода и т.д., т.е. понятие долговечность приобретает количественное расчетное значение [5,6].

Если задача обеспечения надежной работы новых конструкций, наиболее благоприятных условий их эксплуатации и своевременного предупредительного ремонта не будет решена сегодня, то в будущем будет существенно ограничена возможность развивать строительство новых зданий и сооружений, поскольку большая часть ресурсов будет расходоваться на ремонт конструкций уже давно построенных объектов.

В связи с требованиями по ускорению сроков строительства, а также при строительстве высотных зданий особую важность приобретает учет доэксплуатационных нагрузок, когда сооружение может работать даже в более сложных условиях, чем в процессе эксплуатации [9].

Необходимо учитывать также и зарубежный опыт. Примечательной является практика государственно-частного партнерства, когда подобные объекты передаются крупным строительным компаниям на основе концессионных соглашений, предусматривающих проектирование, строительство и эксплуатацию объекта в течение определенного периода. При этом данные организации заинтересованы в максимально длительной безремонтной эксплуатации.

К проектировщикам предъявляется требование оценки полной стоимости проекта с учетом расходов на эксплуатацию и оценки потерь в случае раннего выхода объекта из эксплуатации, что заставляет инвесторов соглашаться на применение лучших материалов и проектных решений для возврата вложенных средств с наибольшей выгодой. Кроме того, в договор подряда вписывают гарантийный срок на эксплуатацию сроком не менее 10 лет, что и подрядчика вынуждает иначе подходить к качеству выполняемых работ [8].

Доверяется такое строительство только специально аккредитованным компаниям, которые докажут свою способность обеспечить безопасность помещения и здоровые условия проживания в нём в течение не менее 10 лет после окончания строительства. С заказчиками или покупателями такого здания подписывается контракт, в котором участвует и страховая компания, которая потом несёт полную ответственность за дом в гарантийный срок, в том числе и в случае изменения владельца дома, а также за работу субподрядчика, если таковой привлекался к работе [8].

Долговечность строительных объектов можно обеспечить, если принять проблему долговечности в качестве основной при проектировании, расчете изготовления и эксплуатации строительных конструкций. Это уменьшит затраты на строительство и последующую эксплуатацию объектов, а сэкономленные ресурсы возможно направить на развитие отраслевой строительной науки и оснащение ее современным оборудованием.

Библиографический список

1. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебное пособие для вузов / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1991. - 767 с.
2. Дроздов, П.Ф. Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов / П.Ф. Дроздов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М., Стройиздат, 1977. - 223 с.
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ с изменениями и дополнениями / Электронный ресурс / [http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/].
4. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. - Введ. 2015-07-01. / Электронный ресурс / [<http://docs.cntd.ru/document/1200115736>].
5. О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций / Карпенко Н.И., Карпенко С.Н., Ярмаковский В.Н., Ерофеев В.Т. // Academia. Архитектура и строительство. - 2015. - №1 - С. 91-102.
6. Проблемы долговечности бетонных и железобетонных конструкций в строительстве / Электронный ресурс / [<http://kirpich174.ru/publications/problemy-dolgovechnosti-betonnyh-i-zhelezobetonnyh.html>].

7. Степанова В.Ф. Современные научные разработки проблемы долговечности зданий и сооружений // Технологии бетонов. – 2008. - №2. – С. 64-65.

8. Грамбовецкий, В.П. Современному строительству долговечный бетон. /Электронный ресурс/[<http://www.pol-beton.ru/sovremennomu.html>].

9. Фетисова А.Ю. Проблемы долговечности бетонных и железобетонных конструкций // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XLIX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 1(48). /Электронный ресурс/ [[https://sibac.info/archive/technic/1\(48\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/1(48).pdf)].

10. Энциклопедия современной техники. Строительство. /Электронный ресурс/ [<http://bibliotekar.ru/spravochnik-181-2/12.htm>].

Р.А. Татуев

Научный руководитель: к.т.н., профессор В.А. Люблинский

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ НЕСУЩИХ СИСТЕМ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

В настоящее время строительство высотных зданий в городе Москва выявило целый ряд вопросов, требующих незамедлительного решения.

Новое поколение высотных комплексных зданий воплощает в себе самые последние достижения в области материаловедения, обеспечения долговечности, проектирования строительства и IT - технологий. Проектирование таких зданий до сих пор основывается на минимальных нормативных требованиях, которым только предстоит пройти полномасштабную проверку [1].

Неправильные расчеты, применение устаревшей нормативно-расчетной базы, использование недостаточно долговечных материалов, некачественный монтаж могут создать реальную угрозу безопасности людей при эксплуатации таких зданий.

Был создан ряд документов (МГСН 1.04-2005, МГСН 4.19-2005, МДС 12.23.2006), которые частично регламентируют этот процесс, носят временный характер и являются недостаточными. Поэтому сейчас перед федеральными органами исполнительной власти стоит задача разработать соответствующие нормы и правила [10].

Создание технических норм в высотном строительстве – исключительно сложная задача, связанная с уникальным характером каждого высотного здания (оценка несущей способности грунта, механическая устойчивость, большая степень потенциальной опасности), т.е. должны быть установлены особые требования к технологическим и конструктивным решениям при проектировании высотных зданий, в том числе с учетом необходимости эвакуации людей. Сложность проектирования также состоит в том, что ветровые нагрузки на здания значительно превышают расчетные по СНиП [12].

К основным достоинствам железобетона, обеспечивающим ему широкое применение в строительстве, относятся: огнестойкость; долговечность; высокая механическая прочность при сжатии; хорошая сопротивляемость сейсмическим и другим динамическим воздействиям; возможность возводить конструкции любой формы; малые эксплуатационные расходы на содержание зданий и сооружений (по сравнению с металлическими и деревянными конструкциями); хорошая сопротивляемость атмосферным воздействиям; высокая гигиеничность, способность задерживать радиоактивные излучения; почти повсеместное наличие крупных и мелких заполнителей, в больших количествах идущих на приготовление бетона [7].

Все эти факторы делают железобетон доступным к применению практически на всей территории страны. Затраты электроэнергии на производство железобетонных конструкций значительно ниже по сравнению со стальными и каменными.

Для уменьшения массы здания за счет уменьшения сечений расчетных несущих ЖБК переходят на бетоны высоких классов В60-В80 [9].

Высотное строительство предполагает использование бетона класса В60 и выше. Сегодня в Москве с применением бетонов класса В60 и В90 строятся здания высотой 100 этажей. Такой бетон способен выдержать нагрузку порядка 785 кг/см^2 , и одновременно он является высокоподвижным, что дает возможность заливать его без использования вибрации и подавать на высоту до 300 метров [2].

Далеко не все производители бетонных смесей способны сегодня выпускать продукт такого класса, поэтому, в процессе подготовки к высотному строительству в регионах России, явилась сложность организации выпуска на существующих заводах железобетонных конструкций необходимых объемов высококачественных бетонов высоких классов (В60-В80) со стабильными технологическими

свойствами на стадии бетонной смеси. Применение высококачественных бетонов высоких классов позволяет частично решить и экологические проблемы.

Использование при производстве модификаторов серии МБ микрокремнезема и золы-уноса позволяет решить проблему утилизации отходов, образующихся в процессе газоочистки печей при производстве кремнийсодержащих сплавов, а также отходов ТЭС[2][3].

Отсутствие в регионах мощных, стабильно работающих строительных организаций с высоким уровнем технологической подготовки кадров и производственной дисциплины не способствует развитию строительства долговечных высотных зданий [10].

Необходимое качество работ не может быть достигнуто без наличия высококвалифицированных рабочих кадров, современных средств механизации строительных процессов, эффективно функционирующей системы контроля качества, сертифицированного по ГОСТ.

В процессе мониторинга строительства высотных объектов, возводимых из монолитного железобетона, к наиболее ответственным операциям относится контроль производства бетонных работ в зимних условиях. Кроме обязательного в таких случаях ПППР, необходима разработка технологического регламента на обогрев и выдерживание бетона монолитных конструкций. В составе технического задания на разработку регламента оговариваются: виды конструкций; используемый бетон по видам конструкций; сроки выдерживания и требуемая прочность бетона по видам конструкций; способы обогрева, утепления и укрытия по видам конструкций; климатические условия осуществления работ. На основе данных технического задания далее разрабатываются разделы регламента, характерный состав включает: режимы тепловой обработки бетона (по видам конструкций, включая определение требуемых удельных тепловых мощностей обогрева и моделирование температурно-прочностного поведения бетона на заданное сочетание условий работ); общие правила выполнения работ при тепловой обработке бетона (по видам конструкций); электротехнические схемы обогрева (по видам конструкций, включая схемы раскладки-расстановки нагревательных устройств, коммутации, станций обогрева, спецификации материалов и оборудования); общие электротехнические правила при выполнении обогрева, включая правила безопасности; критерии и правила проведения температурного контроля, включая разработку схем размещения контрольных точек в

конструкциях и фрагментах зданий, описания технических средств и способов измерений; формы документации контроля для журнала работ. Конкретное содержание регламента уточняется при составлении договора на технологическое проектирование.

Накопленный положительный опыт в области мониторинга процесса зимнего бетонирования высотных зданий в г. Москве тщательно изучается и анализируется [10].

При должной защите несущих конструкций срок эксплуатации таких высотных зданий может достигать 200 лет. Ремонт и реконструкция высотных зданий – очень сложный процесс. При проектировании высотных домов применяют высокие коэффициенты надежности, закладывая срок жизни элементов минимум на 50 лет, а в наиболее технологичных проектах до 100 лет.

Библиографический список

1. Абдельразак А. Мониторинг надежности. Оценка прочностных характеристик и поведения конструкции // TallBuildings. Высотные здания. – 2016. - № 1.- С.98-105.

2. Бетон для небоскребов. Новое поколение бетонных смесей / Электронный ресурс / [<http://stroypuls.ru/sgb/2008-sgb/103-avgust-2008/28028/>].

3. Бетоны нового поколения / Электронный ресурс / [http://www.vashdom.ru/articles/niizb_1.htm].

4. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ с изменениями и дополнениями / Электронный ресурс / [http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/].

5. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – Введ. 2015-07-01. / Электронный ресурс / [<http://docs.cntd.ru/document/1200115736>].

6. ГОСТ Р 54257-2010. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования. – Введ. 2011-09-01. / Электронный ресурс / [<http://docs.cntd.ru/document/gost-r-54257-2010>].

7. Грушевский Г.М., Иваев О.О, Романов С.К., Ходыкин, В.В. Железобетонные конструкции: учебное пособие. – Н.Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 2006. – 88 с.

8. Мустакимов В.р., Якупов С.Н. Проектирование высотных зданий: Учебное пособие / В.Р.Мустакимов, С.Н.Якупов. – Казань: Изд-во Казанск.гос.архитект.-строит.ун-та, 2014. – 243 с.

9. Применение железобетона / Электронный ресурс / [<http://zavodgbi2.ru/chastnomu-pokupatelju/poleznye-stati/20-primenenie-zhelezobetona>].

10. Сомова Л.А., Яворский А.А. Технологические особенности бетонирования монолитных конструкций высотных зданий в зимних условиях / IV Международная студенческая электронная научная конференция "Студенческий научный форум 2012" / Электронный ресурс / [<https://www.rae.ru/forum2012/313/2922>]

11. СП 267.1325800.2016 Здания и комплексы высотные. Правила проектирования. – Введ. 2017-07-01. /Электронный ресурс / [<http://docs.cntd.ru/document/456044284>].

12. Цыкановский Е.Ю. проблемы надежности, безопасности, долговечности НФС при строительстве высотных зданий / электронный ресурс / [<http://www.dsmfasad.ru/articles/24.html>].

Е.А. Филиппова, Н.Н. Коголь
Научный руководитель: к.т.н., доцент С.В. Герасимов

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ВИДОВ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Бетон является на сегодняшний день одним из самых популярных строительных материалов. Для улучшения характеристик и придания изготовленным из него конструкциям внешней привлекательности применяются различные методы и средства – в том числе и обработка бетонных поверхностей.

К качеству поверхности бетона сейчас предъявляются повышенные требования. Спектр оборудования, необходимого современному строителю для создания качественной конструкции, очень обширен. Оборудование и инструменты, используемые для устройства бетонных поверхностей можно разделить на четыре основные группы:

- для приемки, распределения и первичной обработки бетонной смеси;
- для чистовой отделки поверхности;
- для вспомогательных работ;
- для обработки поверхности отверждённого бетона.

Таблица 1 – классификация оборудования для обработки поверхности бетонных смесей

Группа	Оборудование	Применение
<p>Первичное оборудование глубинные вибраторы, виброрейки, лазерные и роликовые бетоноукладчики, а также различные виды ручного инструмента (правила и контрольные рейки, гладилки и т. п.)</p>	<p>Глубинные вибраторы</p>	<p>Необходимы не только для увеличения подвижности бетонной смеси (облегчения укладки), но и для виброобработки примыканий к стенам, колоннам, направляющим и т. п. Как правило, при устройстве полов используется оборудование с электроприводом и гибким валом.</p> <p>Для автономной работы применяются виброприводы на базе компактных бензиновых двигателей.</p> <p>Виброрейки обеспечивают виброобработку больших площадей поверхности бетона.</p>
	<p>Компактные виброрейки с приводом 1,5–2 л. с.</p>	<p>Используются для работы по жидким маякам и (универсальные) по направляющим при небольшой толщине бетона и ширине карты бетонирования. Рабочие рейки замкнутого профиля несколько лучше реек в виде «уголка», поскольку имеют существенно большую стойкость к деформации. Достоинства – возможность добиться неплохих результатов по ровности при высокой производительности (до 1500 кв. м в смену) и низкая цена, недостаток – требуют высочайшей квалификации персонала.</p>

	Стандартные виброрейки	Применимы в случае невысоких требований к ровности в связи с выраженной тенденцией к деформации и невозможностью точной регулировки. Они должны регулярно проверяться на изгиб и, в случае невозможности его устранения системой натяжения, немедленно заменяться. Достоинство – невысокая цена, недостатки – невысокая производительность (как правило, не более 500 кв. м в смену), при недосмотре портят, а не улучшают поверхность.
	Секционные виброрейки	Могут конфигурироваться на любую необходимую длину от 1,5 до 18 метров и регулироваться с высокой точностью. Они практически не деформируются, могут снабжаться как ручными, так и гидравлическими лебедками.
	Самоходные роликовые бетоноукладчики	Выравнивание и уплотнение бетонной смеси обеспечивается роликом, вращающимся с высокой частотой. Обеспечивают очень высокую (3000 кв. м в смену и более) производительность при наивысшей достижимой на сегодняшний день без ручной обработки ровности. При этом отличаются высокой ценой и нуждаются в прочных и одновременно высокоточных направляющих.
Финишное оборудование однороторные и двухроторные бетоноотделочные машины, а	Затирочные (заглаживающие, бетоноотделочные) машины	От качества этого оборудования и навыков работы с ним зависит внешний вид и свойства поверхности, а все дефекты отделки проявляются незамедлительно. Бетонная поверхность, обработанная такой машиной, уплотняется, становится гладкой и ровной.
	Двухроторные	Применяются для уплотнения, заглаживания и

также ручные инструменты (шпатели, контрольные рейки, правила и т. п.).	затирочные машины	затирки поверхности пола на больших площадях,
	Однороторные затирочные машины	В труднодоступных местах и при небольших объемах работ
Вспомогательное оборудование	Лазерный нивелир	За короткий срок получить замеры удовлетворительной точности и сформировать плоскость. Оптический – используется для точной съемки объекта.
	Рассыпающие тележки	Позволяют быстро и равномерно нанести сухие упрочняющие составы на поверхность бетона.
	Нарезчики швов	Необходимый тип оборудования. Как правило, самоходных нарезчиков с бензиновым двигателем мощностью порядка 12–15 л. с. при устройстве полов бывает достаточно, однако если необходимо резать много швов в сжатые сроки, стоит задуматься о приобретении самоходных нарезчиков с мощностью 20 л. с. и более.
	Приборы контроля ровности	Позволяют количественно и объективно оценить полученный результат
Для отвержденно о бетона	Дробеструйное оборудование	Которое позволяет качественно подготовить основание: придать ему необходимую шероховатость, удалить «цементное молоко» и таким образом обеспечить адгезию к бетону полимерных покрытий.
	Фрезероувальные машины	Позволяют снять старое покрытие, частично выровнять поверхность. В принципе, они могут отчасти заменить дробеструйное оборудование при подготовке бетона под полимер.
	Шлифовальные машины	Могут использоваться перед укладкой покрытия, выравнивая незначительные перепады, для восстановления старого бетона и при выполнении шлифовально-полировальных работ почти художественного порядка.

Машины, используемые для обработки бетонных поверхностей, можно классифицировать в основном по их рабочим органам, имеющим вид:

- диска или лопастей (секторов), совершающих движение относительно вертикальной оси;
- валков (катков, барабанов, лопастных валов, шнеков) с горизонтальной осью вращения;
- брусьев или лент, совершающих плоскопараллельное движение относительно заглаживаемой поверхности;
- комбинация перечисленных рабочих органов.

Можно также классифицировать машины, разделив их по назначению или области применения, по типу конструктивного выполнения и даже по способу воздействия их на заглаживаемую поверхность. В этом случае наиболее характерная классификация может быть представлена в следующем виде.

По назначению:

- для заглаживания панелей зданий, морских и речных судов, аэродромных и дорожных плит и других плоских конструкций (заглаживающие машины для предприятий крупнопанельного строительства);

- для заглаживания поверхности малогабаритных мелкосерийных изделий (или для заделки дефектов на больших изделиях);

- для финишных операций при строительстве цементобетонных покрытий дорог;

- для заглаживания бетонных облицовок ирригационных, мелиоративных и других каналов;

- для заглаживания криволинейных поверхностей;

- для заглаживания изделий сложной конфигурации в плане;

- для заглаживания бетонных полов в помещениях;

- для заглаживания штукатурного слоя или слоя, нанесенного методом торкретирования;

- для заглаживания внутренних поверхностей незатвердевших бетонных труб;

- для декоративного заглаживания;

- специальные заглаживающие машины.

По конструктивному исполнению:

- автономные самоходные заглаживающие машины: порталные, мостовые, эстакадные, плоско-или объемно-рамные;

- стационарные заглаживающие машины - порталные, арочные, консольные, рамные подвесные;

- навесные заглаживающие машины (на формовочном агрегате, бетоноукладчике, дорожной машине и т.д.);
- переносные заглаживающие машины;
- в виде насадки на форму;
- ручные заглаживающие машины;
- ручные заглаживающие машины с механизированным приводом передвижения;
- ручной заглаживающий инструмент.

По преобладающему способу воздействия на заглаживаемую поверхность:

- укатка (прессование) поверхности;
- механическое перераспределение частиц поверхностного слоя изделия;
- разжижение поверхности изделия и утапливание выступающего заполнителя;
- комбинированные способы воздействия.

Правильно подготовленная бетонная поверхность является необходимым условием качества последующих работ при выполнении многих строительных и отделочных операций.

Библиографический список

1. Айрапетов Г. А. и др. Строительные материалы: Учебно-справочное пособие Изд-во «Феникс», 2012 г.
2. Андреева Н. А., Химия цемента и вяжущих веществ: учеб. пособие / Н. А. Андреева; СПбГАСУ. – СПб, 2011. – 67 с.
3. Атаев С. С., Данилов Н. Н., Прыкин Б. В. и др. Технология строительного производства. Учебник для вузов / М.: Стройиздат, — 559 с., ил.
4. Афанасьев Н. Ф., Целуйко М. К., Добавки в бетоны и растворы., 128 стр.
5. Бадьин Г.М., Верстов В.В., Лихачев В.Д., Юдина А.Ф.. Строительное производство. Основные термины и определения. – СПб: Изд-во АСВ; СПбГАСУ, 2012.
6. Баженов Ю. М. Технология бетона. Пособие для вузов, М. Высш. шк. 415 с.

Д.С. Филиппова, В.К. Ситникова, Д.У. Хакимов
Научный руководитель: к.т.н., доцент О.Е. Волкова

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕЖИЛОГО ЗДАНИЯ В Г. БРАТСКЕ

Техническое обследование зданий и сооружений – процесс, который включает в себя контроль, анализ и оценку состояния конструкций здания, для определения возможности дальнейшей эксплуатации, целесообразности реконструкции и предупреждения аварий.

Цель технического обследования зданий и сооружений – определение текущего технического состояния всей конструкции здания или сооружения, а так же выявление дефектов и эксплуатационных качеств конструкций.

В городе Братске есть не малое количество зданий, которые нуждаются в реконструкции, к ним относятся: Братский Целлюлозно-бумажный колледж, детская городская больница, детские сады, а также школы и т.д. поэтому данная тема по реконструкции очень актуальна.

Техническое обследование зданий и сооружений – это комплекс мероприятий по контролю, испытаниям и оценке технического состояния объектов, проведение которого обусловлено необходимостью определения эксплуатационных характеристик конструкций, целесообразности проведения реконструкции или ремонта, выявления причин аварий и прогнозирования состояния объекта.

Объектом обследования в дипломной работе является здание, находящееся в городе Братске на территории аэропорта.

Здание использовалось как столовая, на данный момент объект не эксплуатируется и пустует около 23 лет. Планируется провести реконструкцию и в дальнейшем эксплуатировать данное здание как военно-патриотический центр, в котором будут располагаться учебные классы, зрительный зал (кинотеатр), тренажерные залы.

Объект представляет собой двухэтажное здание, объединяющий хозяйственные помещения, столовых залов и пр.

Здание - имеет длину 28,4 м. ширина-23,88 м. Год постройки здания - 1987 год.

Стены здания выполнены из кирпича.

Фундамент – бетонный ленточный.

Фундаменты под кирпичные несущие стены – ленточные, бутовые; под навесные кирпичные стены – монолитные железобетонные обвязочные балки.

Перекрытия – железобетонные панели.

Полы – бетон.

Кирпичная кладка стен выполнена из красного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе.

Крыша здания – плоская (шифер).

На сегодняшний день здание выглядит следующим образом (рисунок 1).



Рисунок 1 – Обследуемое здание

Различают визуальный и визуально-инструментальный методы обследования зданий.

При предварительном визуальном осмотре, проводимом для ознакомления со зданием в целом, определяется объем, специфика и направленность обследования, намечаются необходимые подготовительные работы (устройство подмостей и лестниц, очистка поверхностей элементов от штукатурки, краски, пыли, обоев; определение видов и мест вскрытия, мест устройства шурфов, мест установки маяков и фотофиксации объектов; организация системы доступа к местам проведения обследований). Предварительное обследование предполагает выявление дефектов и повреждений по внешним признакам с необходимыми замерами, и их фиксацию. По результатам осмотра составляется программа и календарный план работ по обследованию. При обследовании, прежде всего, осматриваются конструкции, внушающие опасение, для выявления аварийных участков.

Визуально – инструментальное обследование может быть разрушающим, когда в сооружении отбираются образцы материалов

для испытания в лабораторных условиях. Такое обследование сложно, трудоемко и в условиях эксплуатации не всегда приемлемо, так как может привести к ослаблению конструкций.

Таким образом, обследование позволяет получить информацию о техническом состоянии здания и о его функциональной комфортности. Это дает возможность более полно оценить преимущества реконструкции.

В данной работе разрабатывается проект реконструкции здания столовой в военно-патриотический центр.

Обследование здания выполнено в рамках задания на дипломное проектирование.

Для каждого человека очень важным вопросом является благоустройство территории, то есть создание вокруг себя и своего жилища уютных, комфортных, эстетичных условий.

Обобщая, можно сказать, что к работам по благоустройству территории относятся:

- озеленение. Посадка деревьев, цветников, кустарников, высадка натурального или искусственного газонов;
- установка искусственных водоемов, то есть бассейнов, прудов, фонтанов;
- устройство розариев, зимних и летних садов, альпинариев и гротов;
- монтаж инженерных систем водоснабжения, электроснабжения, канализации, оборудование систем полива и проч.;
- монтаж подпорных стен и строений;
- строительство дорог, работы по мощению;
- установка архитектурных элементов, таких как игровые детские площадки, декоративные мостики, скамейки, беседки и прочее.

Рядом с рассматриваемым объектом планируется расположить парковку, спортивную площадку, а также стадион.

Замечания, выявленные при обследовании, и рекомендации по их устранению.

Таблица 1 – Рекомендации по устранению выявленных замечаний

Замечания	Рекомендации по устранению
Отсутствие окон и дверей	Замена и заделка проемов
Сколы кирпичей на наружных стенах здания	Оштукатурить сложным раствором 1:1:3 (цемент: известь: песок) или цементным раствором состава 1:3 и 1:4 с гидрофобизирующей добавкой ГКЖ-10 или

	ГКЖ-11. В раствор добавить пигмент с учетом цвета поверхности фасада
Трещины в полах	Регулярные ремонт и наблюдения за состоянием полов, при необходимости принятие проектного решения
Сеть мелких трещин на внутренних стенах	Заштукатурить более густым раствором
Протечки на потолке	Замена кровельного ковра

Библиографический список

1. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. ГОССТРОЙ РОССИИ М., 2003.

2. Мальганов А.И., Плевков В.С. Восстановление и усиление ограждающих строительных конструкций зданий и сооружений: Учебное пособие. – Томск: Печатная мануфактура, 2002. – 391с.

3. Абрашитов В.С. Техническая эксплуатация и обследование строительных конструкций: Учебное пособие. – М.: ИАСВ, 2002. – 96с.

4. Травин В.И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий: Учебное пособие для архитектурных и строительных спец. вузов / Серия «Учебники и учебные пособия» - Ростов – на – Дону: Изд-во «Феникс», 2002. – 256с.

Вольфсон В.Л. и др. Реконструкция и капитальный ремонт жилых и общественных зданий: Справочник производителя работ / В.Л.Вольфсон, В.А.Ильяшенко, Р.Г.Комисарчик. – 2-е изд., репринтное. – М.: Стройиздат, 2003. – 252с.

А.С. Шамарин

Научные руководители: к.т.н., доцент И.В. Дудина

К.т.н., доцент Я.В. Петрушина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

ПОИСК НОВОГО ГЛОБАЛЬНОГО СТИЛЯ 21 ВЕКА

Сегодня мы наблюдаем возрождение интереса к стилю архитектуры. Эта тема освещена в работах А. И. Добритсиной, А. В. Рябушина, А. Г. Раппопорт и др. Теолог С. О. Чан-Магомедов предложил рассматривать историю архитектуры как диалог международных “супер-стилей”: классицизм (архитектура) и модернизм [1]. В настоящее время в Уральской государственной

архитектурно-художественной академии Л. П. Холодова обучающиеся пытаются выявить "основы формирования третьего мирового стиля, после классицизма и модернизма" и сформулировать концепцию суперстиля нового тысячелетия " " которая могла бы консолидировать и объяснять последние мировые тенденции в архитектуре" [2].

Среди зарубежных исследований последних десятилетий, можно отметить публикации У. О. Атто, П. Бонт, М. Вэнс, П. Айзенман, М. Тафури и другие.

В 2008 году в Лондоне Патрик Шумахер опубликовал статью "Параметризм – Новый Глобальный стиль для архитектуры и городского дизайна". Учитывая сегодняшнее отсутствие преемственности и разрыв связей современной архитектуры с ее историческим наследием, Шумахер предложил осмыслить архитектурный стиль как научно-исследовательскую программу и парадигму [3].

Выделив эпохальные и переходные стили в истории архитектуры, Шумахер ввел понятие вспомогательных стилей, как исторических, так и современных. Например, в модернизме, можно выделить функционализм, рационализм, структурализм, брутализм, метаболизм и хай-тек. Все эти промежуточные стили модернизма четко следовали принципам функционального проектирования: от общего к частному. Постмодернизм и деконструктивизм обратились к историческим стилям в новой форме с помощью иронии и коллажа (рисунок 1).



Рисунок 1 – Здание в Токио (архитектор К. Кума, 1991)

Современный стиль параметризма, с одной стороны, основан на научных методах и цифровых технологиях, но, с другой стороны, создает новые эстетические критерии для развития новейшей системы формообразования. В рамках этого стиля развивается ряд вспомогательных стилей: цифровое барокко; цифровой морфогенез; параметрический урбанизм, морфологическое проектирование и параметрический орнамент. Каждый из этих вспомогательных стилей

развивает свою собственную архитектурную эстетику, но все они направлены на создание новых композиций из динамически изменяемых геометрических объектов (рисунок 2).



Рисунок 2 – Galaxy Soho, Пекин, Китай. З. Хадид архитектор, 2012

Патрик Шумахер отметил, что “хотя это направление корнями уходит цифровые методы анимации середины 1990-ых, он полностью проявился только в последние годы с развитием современных систем параметрического проектирования. Теперь параметризм стал доминирующим и единственным стилем в авангардной практике”. Автор подчеркнул, что новый стиль “сменяет модернизм как новую длинную волну системных инноваций” и “завершается ... переходный период неопределенности, рожденный кризисом модернизма и примечательный некоторыми краткими эпизодами, включая постмодернизм, деконструктивизм и минимализм”. По мнению Шумахера, параметризм “требует необъятности во всех областях – от архитектуры и дизайна интерьера до масштабного градостроительства” (рисунок 3). Эта предпосылка стиля определяет его “программную сложность” и его способность адаптироваться к архитектуре и урбанизму новой “социально-экономической эпохи постфордизма” и “массового общества”.

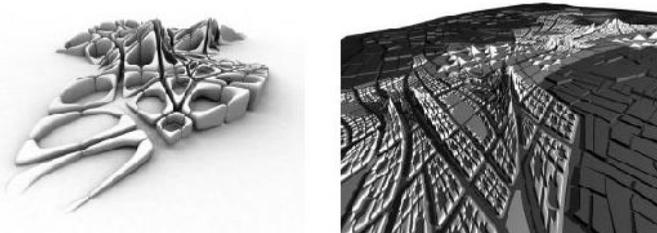


Рисунок 3 – З. Хадид Архитектор, Генеральный План Kartal-Pendik, Стамбул, Турция, 2006

Для Шумахера смена стиля означает достижение нового уровня развития, прогресс архитектуры и процесс, в котором эволюционное развитие в рамках стиля сопровождается революционным скачком и появлением нового стиля. Например, кризис и упадок модернизма привели к нынешней эклектике, которая должна быть заменена Новым стилем. Время покажет, будет ли она создана, в отличие от усилий мастеров 19 века.

Современный нелинейный подход в проектировании, использующий динамические и эволюционирующие системы, позволяющие создавать сложные формы и окружающую их среду. В то же время каждый архитектор имеет собственную систему методов и принципов, составляющую суть его авторской концепции как единство мироощущения и творческих методов, выраженных в проектном творчестве.

Библиографический список

1. Волчок Ю.В., Архитектура и текст, МАРХИ, М.: 2013, 79-83.
2. Актуальные тенденции в зарубежной архитектуре и их мировоззренческие и стилевые истоки, НИИТАГ, М.:1998, 146 с.
3. Шумахер П., Параметризм [Электронный ресурс], Режим доступа: <http://www.patrik schumacher. com/ Texts/ Parametricism Russian%20text.html>.

А.С. Шамарин, К. Эшхонов

Научный руководитель: к.т.н., доцент Т.Ф. Шляхтина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРЫМСКОГО МОСТА

Проект перехода предусматривает начало на Таманском полуострове, проход трассы по Тузлинской косе и острову Тузла, пересечение фарватера с завершением в Керчи. Длина железнодорожного моста – 18 118 м, автомобильного – 16 857 м. Мост пройдёт длинной эстакадой с пролётами от 54,2 м до 64,2 м, а Керчь-Еникальский канал перекроется арками (по одной на авто и железнодорожном мосту) длиной 227 м и высотой 45 м с подмостовым судоходным габаритом высотой 35 м и шириной 185 м [1].

В октябре 2015 года был дан старт строительству автомобильных подходов к Крымскому мосту со стороны Тамани. Длина скоростной четырёх полосной трассы с многоуровневыми развязками 40 км. С

2016 года велись земляные работы по трассе и строительно-монтажные работы по всем 15 искусственным сооружениям. Окончить строительство предполагалось к декабрю 2018 года.

Конструктивно Крымский мост повторяет значительное количество технических решений крупнейшего в мире Большого трансокеанского моста через залив Ханчжоувань (залив Восточно-Китайского моря у берегов Китая). Морские фундаменты обоих мостов для илистых грунтов созданы из металлических трубчатых свай с антикоррозийным покрытием хромированием, поверх которого нанесено два слоя эпоксидных смол. Оба моста используют современные гидротехнические бетоны со схожей концепцией защиты от коррозии арматуры. Похожие технические решения также определили сравнимую стоимость обоих мостов, но Крымский мост дороже из-за требований к сейсмической устойчивости к катастрофическим землетрясениям 9 баллов [2].

Пролёты моста располагаются на 595 опорах, которые, в свою очередь, опираются на свайные фундаменты. Для создания свайных фундаментов погружено более 7 тысяч свай различных видов:

1) Со стороны Керчи: призматические железобетонные сваи сечением 400×400 мм с глубиной погружения до 16 м;

2) Основной морской участок: трубчатые диаметром 1420 мм с железобетонным ядром на глубину 5 м от поверхности грунта, глубина погружения до 94 м;

3) Со стороны Тамани: буронабивные сваи диаметром 1200 мм из тяжёлого гидротехнического бетона с армированием, глубина погружения до 45 метров.

Призматические сваи имеют форму призмы для заострения окончания, а в сечении являются квадратными. Такие стандартные сваи изготавливаются на многих заводах из железобетона, доставляются в готовом виде и погружаются ударами молота копра. Буронабивные сваи устраиваются за счёт бурения скважины и извлечения грунта. Затем в скважину опускают стальную арматуру, далее скважину наполняют гидротехническим бетоном. Но основными сваями моста являются трубчатые сваи, которые погружают с помощью вибропогружателя, а затем добивают ударами гидромолота. Затем грейфером с объёмом ковша 0,15 м³ извлекается из трубы водонасыщенный грунт. Далее в сваю опускают трубу и через неё заливают у дна 1 метр простого бетона В15 для организации «тампажного слоя» для прекращения возможности поступления новой грунтовой воды (метод ВПТ). После этого остаток жидкости

вместе с верхним слабым слоем тампонажного бетона откачивают илососом. Затем в трубу вводится арматура и заливается тяжёлый гидротехнический бетон В35. Используемая строителями марка гидротехнического бетона М450 (по международной классификации В35). Суперпластификаторы высшего класса обеспечивают марку бетонной смеси по подвижности П5. Главную прочность бетону М450 придает гранитный щебень и кварцевый песок в его составе. Гранит является одной из самых плотных, твёрдых и прочных пород, поставки осуществляются с Украины. Чтобы избежать образования трещин от перепадов температуры конструкторы моста используют химические добавки в бетон для обеспечения очень высокой морозостойкости класса F300, кроме этого гранитный щебень в составе бетона очень морозостоек. Предусмотрена водонепроницаемость бетона W12, что свойственно только гидротехническим бетонам.

Извлечение грунта из свай производится на 5 метров ниже уровня твёрдой поверхности с учётом возможного размыва в будущем (реальное извлечение грунта порядка 6-8 метров ниже уровня дна или поверхности). Это объясняет создание ростверков и пролётов на Тузлинской косе, так как проектное решение предусматривает работу моста даже в случае её полного размыва в будущем. Конструктивно выполнение углубления ниже уровня дна связано с формированием критической для живучести конструкции «зоны передачи усилий» вне агрессивной коррозионной среды из морской воды.

Сверху свайного фундамента создаётся железобетонный ростверк, который завершает создание опоры [3].

Первые установленные сваи стали надёжными опорами двух временных технологических мостов, сходящихся навстречу к фарватеру Керчь-Еникальского канала с таманского и керченского берегов.

Самой крупной металлоконструкцией моста является судходный пролёт арочного типа с подмостовым габаритом 35 метров и высотой арки над ним 45 метров. Судходный пролёт подвешен на канатах из металлической проволоки на дугах арки. Установка судходного пролёта была осуществлена с помощью понтонной плавсистемы. Длина плавопоры – свыше 60 м, ширина – 35 м, высота – около 12 м. Плавопоры – это полностью автономные сооружения, на борту которых установлены дизель-гидравлические станции для питания всего электрического оборудования и системы балластных насосов для наполнения балластных отсеков. Эта система позволяет менять осадку плавопоры на 3 м и обеспечить снятие пролетных строений с

берегового стапеля. Поднятие арок осуществлялось домкратами нидерландской компании Mammoet.

Сборка арок шла на технологической площадке, развернутой около Керчи.

В это время должна осуществиться транспортировка и подъем на фарватерные опоры автодорожной арки. В конце августа движение судов в Керченском проливе также перекрывалось для установки железнодорожной арки моста, связывающего Крым с материковой Россией.

12 октября 2017 года закончилась операция по транспортировке и установке автомобильной арки.

Автомобильная арка – один из самых габаритных элементов Крымского моста. Ее длина 227 метров, а вес пять тысяч тонн. Арка будет установлена на фарватерные опоры на высоте 35 метров над водой, а судоходный канал будет шириной более 180 метров.

Строители подняли железнодорожный арочный пролет весом в 6 тыс. тонн на высоту 35 метров от уровня моря на фарватерные опоры.

Для монтажа габаритной конструкции по обоим краям арочного пролета были закреплены «пряди» высокопрочных тросов, протянутые к арке от 16 домкратов, установленных наверху фарватерных опор. Арку подняли на 700 тросах мощными домкратами, закрепленными на опорах. Грузоподъемность каждого домкрата – 650 тонн, так что, несмотря на вес арки в 6 тыс. тонн, строители обеспечили 40-процентный запас по подъемным механизмам». Домкраты нагружались постепенно. Первоначальная нагрузка в 5 тонн была доведена до 100 тонн. Конструкция поднималась без отклонений, в пределах створа между двумя опорами.

29 августа 2017 года закончилась операция по транспортировке и установке железнодорожной арки в центральный судоходный пролет над Керчь-Еникальским каналом.

Пролёты моста создаются подобно «конструктору» путём соединения болтами металлоконструкций. Используемые технологии в пролётах моста следующие:

1) Под дорожным полотном предусмотрена рулонная битумно-полимерной гидроизоляция с термическим методом наклеивания на основание производства компании Техноколь. Наносимое поверх слоя гидроизоляции покрытие автодорожного полотна также включает нижний слой из полимерасфальтобетона с битумно-полимерными добавками с повышенной водонепроницаемостью.

2) В железнодорожных пролетах конструкторы учли возможность разрушения целостности гидроизоляции из механически не очень прочного битума от неравномерных нагрузок поездов и в первую очередь от их экстренного торможения. Поэтому в железнодорожных пролетах отсутствует жесткая механическая связь между рельсами и пролетами моста. На железнодорожных пролетах конструкторы создали балластные корыта в которые насыпается щебень с организацией балластной призмы и только поверх него укладывается рельсо-шпальная решетка. Чтобы исключить повреждение рулонной гидроизоляции подвижками балласта, поверх гидроизоляции укладываются плиты из экструдированного пенополистирола. Затем они сверху покрываются геотекстилем с организацией наклонных стоков к люкам удаления воды из балластного корыта.

3) Конструктивные элементы, не попадающие под прямое действие осадков, защищены антикоррозийным лакокрасочным покрытием со сроком службы около 10-30 лет до следующего текущего ремонта. Оно наносится на металл после зачистки его поверхности от ржавчины мобильными пескоструйными и дробеметными установками Crit и Shot предоставленных итальянской компанией Vygranigliatrici. Комплексный контроль качества нанесения лакокрасочного покрытия от анализа поверхности металла компаратором шероховатости до поиска нарушений электроискровым дефектоскопом осуществляет британская компания Elcometer.

4) Конструктивные элементы, попадающие под прямое действие осадков, такие как перила и открытые для осадков элементы мостового полотна, защищены гальваническим методом с оцинковкой со сроком службы до текущего ремонта около 50 лет.

5) В конструкции моста также предусмотрены козырьки и стоки для уменьшения воздействия осадков на антикоррозийные покрытия

Все металлоконструкции моста ремонтпригодны и рассчитаны на регулярный текущий и капитальный ремонт раз в несколько десятилетий.

В феврале 2017 года началось строительство автодорожного подхода к мосту со стороны Крыма. Длина скоростной четырехполосной трассы с многоуровневыми развязками 8,6 км. На июль 2017 года ведутся работы по отсыпке насыпи земляного полотна, устройству водопропускных труб, идет забивка свай на путепроводе транспортной развязки с трассой Керчь-Симферополь.

В июле 2017 года началась укладка асфальтобетонного покрытия автомобильного мостового перехода. К октябрю асфальтовое покрытие пилотного участка было полностью готово. Асфальтобетон производится на заводах, построенных по обоим берегам Керченского пролива. После укладки асфальта предстоят работы по обустройству дренажа и систем очистки дренажных вод, возведению барьерных ограждений, установке освещения и систем контроля дорожного движения [4].

Библиографический список

1. Чтобы Крым стал ближе // Дороги. Инновации в строительстве: журнал. — Санкт-Петербург, 2016. — № 55.
2. Ольга Дорохина Самые дорогие мосты мира // Журнал "Коммерсантъ Деньги". — 2015-07-20. — Вып. 28. — С. 47.
3. ВСН 01-76 Инструкция по проектированию и устройству буронабивных свай-стоек в вечномерзлых грунтах района Норильска.
4. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия, ГОСТ от 17 декабря 2013 года №9128-2013.

А.В. Шкулева, И.С. Василишина

Научный руководитель: к.т.н., доцент Т.Ф. Шляхтина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВАНИЯ БЕТОННОЙ ПЛОТИНЫ БРАТСКОЙ ГЭС

Вопросы надежности и безопасности плотин являются наиболее важными в процессе эксплуатации гидротехнических сооружений на протяжении всего периода существования плотин. В целях прогнозирования и предотвращения аварийных ситуаций на Братской ГЭС организован системный мониторинг ключевых параметров работы плотины.

Братская плотина проектировалась в 50-е годы, когда практически всеми гидротехниками принималась стандартная инженерная защита основания в виде обязательной цементационной завесы и дренажной системы. В основании бетонной плотины залегают диабазы (траппы) - скальная порода большой плотности и прочности, в основном мелко трещиноватая с небольшой водопроницаемостью, поэтому было

выполнено несколько видов цементационных завес в зависимости от трещиноватости основания [1]. Система дренажа основания по проекту предусмотрена во втором и четвёртом столбах плотины [1].

С первых дней эксплуатации Братской плотины натурными наблюдениями было установлено, что под верховой гранью в основании русловых секций происходит увеличение противодавления за цементационной завесой по сравнению с соответствующими проектными значениями[2,3]. Для гарантии запасов надежной работы плотины необходимо снижать фильтрационное давление, участвующее не только в общем балансе нагрузок, но и способствующее появлению зоны разуплотнения под напорной гранью. Снижение противодавления достигается системой дренажа, приближаемого к напорной грани, поэтому было принято решение осуществить дополнительный «опережающий дренаж», рекомендованный расчетом ВНИИГ в 1975 г. [2;3].

Первые скважины «опережающего» дренажа в секциях 36 и 43 были оборудованы в 1975 г. Количество дрен – 3 шт. в с.36 и 5 шт. в с.43. Второй дренаж в секциях 40 и 41(по 7 скважин на секцию) оборудован в декабре 1987 года. Опережающий дренаж работает в секциях 36,40,41,43 непрерывно с 1994 года [4].

Для оценки состояния зоны контакта «бетон-скала» в соответствии с заданием ОАО «Гидропроект» в 2010 – 2012 г.г. в основании русловой плотины были выбурены ещё 23 скважины. Бурение скважин выполнялось в три этапа различными подрядными организациями. На первом этапе были выбурены 4 скважины в секции 45. На втором этапе были выбурены 7 скважин: по 3 в секциях 50, 53 и одна в секции 45. На третьем этапе выбурено по 3 скважины в секциях 35, 46, 48 и 59. В дальнейшем все скважины были оборудованы под скважины опережающего дренажа [3;4].

Результаты многолетних наблюдений за фильтрацией в основании плотины позволили систематизировать скважины в зависимости от величины и динамики фильтрационных расходов (ФР). В таблице 1 приведена предложенная классификация скважин.

Таблица 1 – Классификация скважин опережающего дренажа БрГЭС

№ секции	Скважины с фильтрационными расходами		
	затухающими	стабильно высокими	пиковыми
35	1СОД35_1; 1СОД35_2;	-	-

	1СОД35_3		
36	1СОД36_1; 1СОД36_5	-	1СОД36_3
40	1СОД40_4	1СОД40_6; 1СОД40_7	1СОД40_1; 1СОД40_2; 1СОД40_3; 1СОД40_5
41	1СОД41_5; 1СОД41_7	-	1СОД41_1; 1СОД41_2; 1СОД41_3; 1СОД41_4; 1СОД41_6
43	1СОД43_1; 1СОД43_2; 1СОД43_3; 1СОД43_5	-	1СОД43_4
45	1СОД45_3; 1СОД45_4	1СОД45_1; 1СОД45_2; 1СОД45_5	-
46	1СОД46_3	1СОД46_2	1СОД46_1
48	-	1СОД48_1; 1СОД48_2; 1СОД48_3	-
50	-	1СОД50_1; 1СОД50_2	1СОД50_3
53	1СОД53_1; 1СОД53_2; 1СОД53_3		-
Итого	18	11	13

Параллельно с выбуренными скважинами в 2010-2012 гг. были получены образцы-керны. После доставки выбуренных кернов в лабораторию БрГУ был выполнен комплекс физико-механических испытаний, результаты которых представлены в табл. 2 [5].

Таблица 2 – Характеристики бетона в основании плотины

№ секции	№ скважины	Характеристики бетона		
		Скорость УЗИ, м/с	$\rho_{ср.}$, кг/м ³	R ^{сп} сж., МПа
35	1	4606,5	2288,55	50,69
	2	3572,5	2466,01	49,61
	3	4600,7	2439,31	50,90
45	1	4295,0	2453,74	35,67
	2	4248,0	2535,99	33,18
	3	4255,0	2490,21	33,37
	4	4213,8	2493,92	32,09

	5	4016,3	2530,82	27,1
46	1	3888,0	2401,05	21,72
	2	4248,9	2435,88	33,61
	3	4283,5	2424,92	45,19
48	1	4350,7	2416,73	38,80
	2	4208,7	2419,46	31,77
	3	4329,3	2401,90	36,66
50	1	4097,0	2450,45	27,61
	2	4121,0	2503,08	28,92
	3	3628,3	2488,67	15,96
53	1	4188,3	2554,99	31,16
	2	4198,0	2482,47	31,13
	3	4132,3	2499,71	29,67

Было высказано предположение, что на величину фильтрационных расходов влияет состояние бетона в основании плотины. Для оценки влияния характеристик бетона на характер фильтрации рассматривались отдельные скважины исследуемых секций (таблица 3).

В целом, прочность бетона в скважинах с затухающими фильтрационными расходами несколько выше, чем в скважинах с другими режимами фильтрации. Это может свидетельствовать как о меньшей трещиноватости траппов на данном участке основания, так и о более

Таблица 3 – Влияние прочности на величину и характер фильтрационных расходов в основании БргЭС

№ секции	Скважины с затухающими ФР		Скважины со стабильно высокими ФР		Скважины с пиковыми ФР	
	Шифры скважин	Рсж, МПа	Шифры скважин	Рсж, МПа	Шифры скважин	Рсж, МПа
35	1СОД35_1 1СОД35_2 1СОД35_3	50,69 49,61 50,90	-	-	-	-
45	1СОД45_3 1СОД45_4	33,37 32,09	1СОД45_1 1СОД45_2 1СОД45_5	35,67 33,18 27,1	-	-
46	1СОД46_3	45,19	1СОД46_2	33,61	1СОД46_1	21,72
48	-	-	1СОД48_1 1СОД48_2 1СОД48_3	38,80 31,77 36,66	-	-

50	-	-	1СОД50_1 1СОД50_2	27,61 28,92	1СОД50_3	15,96
53	1СОД53_1 1СОД53_2 1СОД53_3	31,16 31,13 29,67	-	-	-	-
R ^{ср} _{сж} , МПа	-	39,31	-	32,59	-	18,84
К-т вариации, %	-	22,72	-	11,89	-	15,29

качественной цементации трещиноватых пород и лучшей сохранности бетона при низких фильтрационных расходах.

Библиографический список

1. Эйдельман С.Я. Натурные исследования бетонной плотины Братской ГЭС. – Ленинград: Изд-во «Энергия», 1975. – 296 с.
2. Дурчева В.Н., Пучкова С.М. Состояние контактной зоны бетонной плотины Братской ГЭС по данным многолетних натуральных наблюдений // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева т.241.
3. Филиппова Е.А., Гинзбург С.М., Огнев А.К., Рагозин Д.А. Надежность эксплуатации сооружений напорного фронта Братской ГЭС // Гидротехническое строительство, 2011 г. №11.-С.33-38.
4. М.А. Садович, Т.Ф. Шляхтина, Курицына А.М. Особенности влияния климатических факторов на динамику фильтрационных расходов// Труды Братского государственного университета 2014. Т. 1.- С.150-154.
5. Sadovich M.A. State of Concrete Dams in North Russia / Sadovich M.A., Shlyakhtina T.F., Kuritsyna A.M. // Concrete in the Low Carbon Era: Pro-ceedings of the International Confer-ence held at the University of Dun-dee, Scotland, UK on 9-11 Juli 2012. - 1851 p.

А.С. Юсупов, И.В. Семенов

Научный руководитель: к.т.н., профессор Г.В. Коваленко

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г.Братск

РАСЧЕТ УСИЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОГО ХАРАКТЕРА ДЕФОРМИРОВАНИЯ

В настоящее время большинство используемых производственных зданий и сооружений построено с применением

железобетонных строительных конструкций. Необходимость в усилении возникает, как при наличии каких-либо дефектов, так и при реконструкции, которая может сопровождаться изменением конструктивных схем строительных конструкций, вследствие чего требуется увеличение несущей способности [1].

Существуют два основных метода усиления железобетонных конструкций:

– наращиванием сечений в виде набетонок, обоем и рубашек. Набетонка выполняется с одной стороны, обойма - с четырёх, рубашка - с трёх сторон;

– разгружающими конструкциями с изменением статической схемы работы.

При проектировании усиления железобетонных колонн первый метод является более предпочтительным, так как не требует остановки производства и отличается простотой, эффективностью, а главное, относительно, небольшой стоимостью, что зачастую является важным фактором, при выборе метода усиления. Однако данный способ усиления не до конца изучен, а существующие рекомендации не учитывают ряд существенных факторов. В связи с этим усиление колонн зачастую может производиться наиболее дорогостоящими и наименее эффективными способами по сравнению с усилением железобетонными обоймами [2].

Повышение эффективности усиленных железобетонных колонн, а также обеспечение их эксплуатационной надежности зависит во многом от принятых методов расчета. На сегодняшний день, для оценки напряженно-деформированного состояния (НДС колонны, усиленной железобетонной обоймой (рисунок 1.) применяются два метода: расчет по СП 63.13330.2012 и расчет с учетом нелинейных свойств материалов [3].

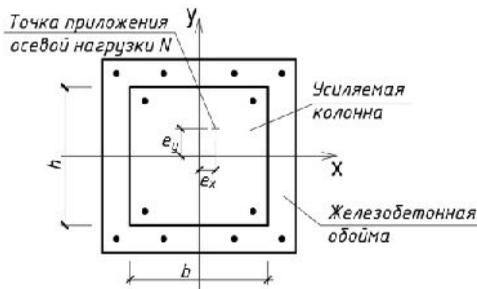


Рисунок 1 – Расчетное сечение колонны, усиленной железобетонной обоймой

В первом случае получается весьма приближённая оценка НДС (напряженно-деформированного состояния) усиленного сечения колонны, при этом несущая способность колонны с учетом бетона обоймы и дополнительной арматуры определяется упрощённую, например, для сжатия со случайным эксцентриситетом:

$$Nu = \varphi (R_b \cdot A_b + R_{sc} \cdot A_s + R_{b,ad} \cdot A_{b,ad} + R_{sc,ad} \cdot A_{sc,ad}) \quad (1)$$

Расчёт по второму методу даёт возможность получить более точную оценку НДС усиленной конструкции, что, в свою очередь, позволит выявить резервы прочности конструкции, которые не учитываются при расчетах по СНиП. Учет физической нелинейности работы усиленного железобетонного элемента осуществляется путем применения шагового-итерационных методов расчёта и реальных диаграмм деформирования двух видов бетона и соответственно арматуры. Способ математического описания диаграмм деформирования материалов может быть любой [3].

Общий случай расчета прочности усиленных элементов по нормальным сечениям с учетом физической нелинейности построен на следующих предпосылках и положениях (рисунок 2): а) используют диаграммы напряжения-деформации для бетона и арматуры при их осевом сжатии и растяжении, полученные при эталонных испытаниях бетонных и арматурных образцов и содержащие нисходящей ветви; б) принимают гипотезу плоского деформирования в нормальных сечениях на всех стадиях загрузки; в) напряжение в бетоне σ_{bn} и арматуре σ_{sk} считают равномерно распределёнными в пределах каждого элементарного участка $A_{bn}, A_{sk}, A_{bn,ad}$ и $A_{sk,ad}$; г) независимо от приложения внешних сил записывают систему из трех уравнений равновесия:

$$\begin{cases} N = \sum_n \sigma_{bn} A_{bn} + \sum_n \sigma_{sk} A_{sk} \\ M_x = - \sum_n \sigma_{bn} A_{bn} x_{bn} - \sum_n \sigma_{sk} A_{sk} x_{sk}, \\ M_y = - \sum_n \sigma_{bn} A_{bn} y_{bn} - \sum_n \sigma_{sk} A_{sk} y_{sk} \end{cases} \quad (2)$$

где n – количество элементарных участков в бетоне; k – количество элементарных участков арматуры.

Подобранное сечение усиленной колонны в дискретной форме показано на рисунке 2. Уравнения равновесия преобразуются с учётом жесткостных параметров элементарных участков бетона и арматуры и записываются в матричном виде [3]:

$$\begin{Bmatrix} N_z \\ M_x \\ M_y \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} \cdot R_{12} \cdot R_{13} \\ R_{21} \cdot R_{22} \cdot R_{23} \\ R_{31} \cdot R_{32} \cdot R_{33} \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} \varepsilon_z \\ k_x \\ k_y \end{Bmatrix} \quad \text{или} \quad (3)$$

$$\{F\} = [R] \times \{\varepsilon\}, \quad (4)$$

где $\{F\}$ – вектор-столбец усилий; $[R]$ – матрица жесткости нормального сечения элемента; $\{\varepsilon\}$ – вектор-столбец деформаций.

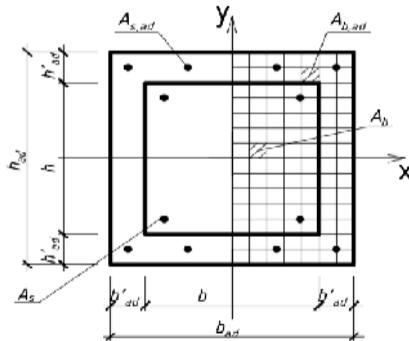


Рисунок 2 – Дискретная модель усиленного сечения колонны

Данная система уравнений решается итерационным способом относительно вектора деформации. Затем вычисляются деформации и напряжения в каждом участке бетона и арматуры.

Предпосылки и основы расчёта по этой методике для изгибаемых железобетонных элементов были изложены ранее в работах Байкова В.Н. Карпенко Н.И., Расторгуева Б.С. и др. Для внецентренно сжатых усиленных колонн предполагаемый метод расчёта является универсальным, т.е. может применяться при любых эксцентриситетах без использования эмпирических зависимостей. При этом может рассматриваться более сложное нагружение колонны – косо внецентренное сжатие с учетом эксцентриситетов e_x и e_y (рисунок 1) несущая способность усиленной железобетонной колонны определяется методом последовательного нагружения.

При этом следует отметить, что на каждом этапе загрузки можно определить прогибы и ширину раскрытия трещин, что необходимо для более точной оценки напряженно деформированного состояния усиленных колонн.

При расчете усиление железобетонных колонн рекомендуется использовать также вероятностную оценку их надежности например на основе методов статистического моделирования (Монте-Карло). Показатель надежности колонны по прочности должен соответствовать следующему критерию:

$$H > H_T \quad (5)$$

где H_T – требуемый уровень надежности по прочности; $H_T = 0,9986$ по аналогии с изгибаемыми элементами.

Именно данный алгоритм имеет в своем основании программа для ЭВМ по оценке НДС усиленных железобетонных колонн и по оценке их надежности, разработанная на кафедре строительных конструкций и технологии строительства БрГУ. По данной программе были рассчитаны усиленные колонны цехов целлюлозного и биолесохимического производств ОАО «Братсккомплексхолдинг» [3].

Библиографический список

1. Гучкин И.С. Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2001. – 176 с.
 2. Теряник В.В., Бирюков А.Ю. Борисов А.О., Щипанов Р.В. Способы усиления железобетонных колонн и необходимость в совершенствовании данных способов/ Эффективность строительных конструкций: теория и практика: сборник статей VI Международной научно-технической конференции. – Пенза. 2007. – С.124 – 127.
- Коваленко Г.В., Чевская Е.А., Дудина И.В. Расчет железобетонных колонн усиленных методом наращивания сечений/ Научные труды общества железобетонщиков Сибири и Урала: Вып.8-Новосибирск: НГАСУ, 2004. – С.70 – 73.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Антонов В.М.</i> Причины трещинообразования в железобетонных монолитных массивных конструкциях.....	3
<i>Асламов С.П.</i> Анализ и оценка рисков инвестиционного проекта «Поликристаллический кремний».....	8
<i>Асламов С.П.</i> Оценка технического состояния нефункционирующего корпуса ООО «Усолье-Сибирский силикон».....	13
<i>Большешанова А.А.</i> Оптиматизированная трехкомпонентная добавка из местного сырья для монтажных работ.....	18
<i>Бочкарева К.Ю., Каминский Н.А., Каримов Б.Б.</i> Улучшение эксплуатационных свойств керамических изделий из суглинка с повышенным содержанием карбонатов.....	21
<i>Бурбо Т.А.</i> Защита бетона от коррозии с помощью жидкого стекла полученного на основе микрокремнезема.....	23
<i>Буянова Э.Э.</i> Предпосылки и технология получения облегченного безобжигового гравия из техногенного сырья.....	28
<i>Воробьев А.О.</i> Жилищный фонд г. Братска: проблемы и перспективы развития.....	34
<i>Гордиенко С.В.</i> Экологичная застройка будущего-дерево.....	38
<i>Гуро Д.Р., Каверзина О.С.</i> Особенности расчета пологих железобетонных оболочек двойкой кривизны.....	41
<i>Елизов М.В., Шалыгина Ю.В.</i> Концепция программы Statik для статического расчета многоэтажных каркасных зданий.....	46
<i>Жданов Д.Л.</i> Проектирование ТК «Лента» в г. Братске.....	50
<i>Заика Д.М., Гаврищук Ю.С., Кузнецова В.О.</i> Химические добавки в технологии газозолобетона.....	53
<i>Казимиренко К.М.</i> Влияние введения добавок на сроки схватывания цементных материалов.....	58
<i>Карпиков А.В., Хабардин В.С.</i> Производство фундаментальных блоков из тяжелого золобетона в условиях полигона.....	60
<i>Кононков Е.В., Буховцев Д.Д., Бадмаев А.Б.</i> Программное обеспечение для проектирования зданий в рамках концепции «Умный дом».....	63
<i>Кучияш Е.В.</i> Применение автоматизированных систем для определения показателей механических свойств грунтов.....	66
<i>Мулькеева Е.А.</i> Обеспечение долговечности несущих систем зданий и сооружений.....	70
<i>Мулькеева Е.А.</i> Огнезащитные мероприятия зданий и сооружений.....	75

Муңц М.С., Еськова С.Н., Амриддинов У.Н. Эффективность применения композиционного вяжущего из отходов местных производств.....	79
Некрасова О.А. Проект парка «Алиса в стране чудес».....	85
Петрова Т.Д., Поддубная Ю.А. Разработка составов бетона для искусственной брусчатки.....	88
Татуев Р.А. Долговечность несущих систем многоэтажных зданий.....	91
Татуев Р.А. Долговечность несущих систем высотных зданий.....	94
Филиппова Е.А., Козоль Н.Н. Обзор и анализ существующих видов рабочего оборудования для обработки поверхности бетонных смесей.....	98
Филиппова Д.С., Ситникова В.К., Хакимов Д.У. Обследование технического состояния нежилого здания в г. Братске.....	104
Шамарин А.С. Поиск нового глобального стиля 21 века.....	107
Шамарин А.С., Эихонов К. Конструктивные особенности Крымского моста.....	110
Шкулева А.В., Василишина И.С. Оценка современного состояния основания бетонной плотины Братской ГЭС.....	115
Юсупов А.С., Семенов И.В. Расчет усиленных железобетонных конструкций с учетом нелинейного характера деформирования.....	119