

8. Долгонок, А.В. Влияние показателя влажности на коэффициент теплопроводности стеновых материалов из отходов растениеводства / А.В. Долгонок, А.А. Бакатович // Перспективные направления инновационного развития строительства и подготовки инженерных кадров : материалы XXI Междунар. науч.-метод. семинара, Брест, 25-26 окт. 2018 г. / Брест. гос. техн. ун-т, 2018. – С. 39–43.

SORPTION HUMIDITY OF WALL MATERIALS BASED ON AGRICULTURAL WASTE

A. DALZHONAK, A. BAKATOVICH, N. DAVYDENKO

The question of the influence of sorption moisture on the durability of wall blocks on a placeholder of straw and coally salied mixture is considered. For this purpose, the sorption moisture of wall blocks has been determined at a relative air humidity of 40–97%, and the kinetics of water vapor sorption by composite materials has been investigated taking into account the time parameter. The conditions for the possible occurrence of mold on the surface of the aggregate were studied.

Keywords: *sorption moisture, straw-based aggregate, mix of straw and flax boon, sorption kinetics, wall blocks.*

УДК691.32

ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ МАССИВНЫХ ФУНДАМЕНТОВ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА БЕСПРЕРЫВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ

*Н.Л. ШПИЛЕВСКАЯ, канд. техн. наук, доц. А.П. ШВЕДОВ
(Полоцкий государственный университет)*

При возведении массивных фундаментов необходимо тщательно прорабатывать проект производства работ, в котором следует учитывать ряд различных факторов, таких как: выбор метода бетонирования, определять, исходя из возможностей завода, количество транспортных средств, выбрать бетоноукладочные средства, толщину слоя, время перекрытия слоев и т.п.

Ключевые слова: *рабочий шов, непрерывное бетонирование, массивные фундаменты, транспортирование и укладка бетонной смеси*

В последнее время наблюдается большой рост объемов строительства, особенно строительства высотных монолитных жилых и офисных зданий. Скорость возведения здания во многом определяется скоростью производства бетонных работ. Так же возрастает потребность в специализированных машинах по доставке бетонных смесей, в частности автобетоносмесителях, и машинах для укладки и распределения бетонной смеси, автобетононасосах. Основой повышения эффективности монолитного бетона, сокращения трудоемкости производства бетонных работ является широкое внедрение комплексномеханизированной технологии и высокопроизводительной строительной техники.

Приготовление бетонных смесей в зависимости от конкретных условий может осуществляться на бетонных заводах, бетоносмесительных установках предприятий железобетонных изделий (товарный бетон), на приобъектных бетоносмесительных установках.

В настоящее время производством бетонных смесей занимаются заводы Stetter, которые проектируют бетонные заводы – компактные, мобильные, вертикальные, горизонтальные. Производительность этих заводов колеблется от 30 м³/ч до 200 м³/ч [1].

Компактный бетонный завод монтируется на простой ленточный фундамент, что отвечает требованиям, которые предъявляются к установкам для производства бетона непосредственно на месте его укладки. Производительность - от 30 до 56 м³/ч жесткого бетона. Компактные бетонные заводы Stetter могут использоваться как для производства бетона, так и для строительных растворов. Мобильные бетонные заводы Stetter могут производить большое количество бетона за небольшой срок с последующим перемещением на другой строительный объект. Производительность - 56 до 100 м³/ч жесткого бетона. Устанавливаются мобильные бетонные заводы Stetter на уплотненную площадку без фундамента [1].

Вертикальные бетонные заводы состоят из основных компонентов подъемно-транспортного оборудования, складского оборудования, компонентов для дозирования и взвешивания, а также смеситель-

ного оборудования. Производительность таких заводов – от 75 до 180 м³/ч бетона. Экономичность установок Stetter достигается посредством незначительных расходов по персоналу, небольших энергетических затрат и небольших затрат при техническом обслуживании, а также их минимальном износе [1].

Горизонтальные бетонные заводы Stetter имеют производительность от 75 до 200 м³/ч жесткого бетона. Отличительными особенностями является их эффективность, высокий уровень эксплуатационной безопасности, удобство ухода и обслуживания, оптимальная пропускная способность [1].

Нужды производства и строительных объектов Республики Беларусь в бетонной смеси обеспечивает Открытое акционерное общество «Кричевский завод железобетонных изделий», цех для производства бетона и раствора. Также произведена закупка бетоносмесительной установки, работающей в полуавтоматическом режиме и производящей различные бетонные смеси, в том числе, с выбором химических добавок. Производится приготовление бетонной смеси в ручном режиме с выгрузкой готовой продукции посредством вертикальных печек в полуавтоматическом и автоматическом режимах. Достигается производительность 30 - 35 м³/ч. Применяется электронная система взвешивания с ГОС поверкой [2].

В настоящее время в Витебской области проводится масштабная реконструкция ОАО «Нафтан», возводятся десятки новых объектов, установок, трудятся более 1000 строителей. Строительные организации нуждаются в больших объемах высокопрочных бетонных смесей для бетонирования конструкций (более 200 тысяч м³). Для бесперебойного обеспечения объектов ОАО «Нафтан» бетонными смесями руководство филиала «Новополоцкжелезобетон» и ОАО «Кричевцементношифер» приняло решение о закупке новой высокопроизводительной линии. Был смонтирован и введен в эксплуатацию современный автоматизированный бетонный завод производительностью 400 м³ в смену, т.е. 50 м³/ час.

Менее чем за 24 часа филиал «Новополоцкжелезобетон» произвел 1100 м³ высокопрочной бетонной смеси, из которой на объекте «Установка замедленного коксования» методом непрерывного бетонирования была изготовлена фундаментная монолитная плита. Введение в эксплуатацию новой автоматизированной линии позволит конкурировать с другими изготовителями на рынке производства бетонов, выпуская в штатном режиме необходимое количество высококачественных товарных смесей для строительных организаций региона [3].

Средства механизации и технологическое оборудование, используемое при производстве бетонных работ, должно отвечать следующим требованиям [4, с.12]:

- обеспечивать минимальный расход энергетических ресурсов:
- быть увязанными между собой по производительности, технологической совместимости.

Например, количество, вместимость, технологические возможности транспортных средств, доставляющих бетонную смесь на строительную площадку, должны быть увязаны с производительностью крана, подающего смесь к месту укладки, с бетоноприемным оборудованием (по высоте выгрузки, объему выгружаемой смеси), с бетононасосом (по требованиям к качеству бетонной смеси, производительностью и т.п.).

Транспортирование бетонной смеси должно предусматривать ее доставку без перегрузок от пункта приготовления (бетонный завод, растворобетонный узел) до места выгрузки в бетоноприемное оборудование на строительной площадке или непосредственно в опалубку бетонируемой конструкции [4, с. 13]. Продолжительность доставки должна быть не больше времени начала схватывания бетонной смеси с учетом вводимых добавок. При этом обязательным технологическим требованием является обеспечение предусмотренной проектом подвижности бетонной смеси к моменту выгрузки в опалубку, а бетон, изготовленный из нее при правильном режиме выдерживания должен иметь проектные характеристики. При транспортировании бетонной смеси в зимний период к моменту ее укладки должна быть обеспечена температура смеси, достаточная для нормального выдерживания бетона.

При неправильной транспортировке бетона могут возникнуть обстоятельства, которые приведут к существенному снижению его потребительских качеств [5]:

- При сильной тряске и вибрации может произойти существенное расслаивание бетонной смеси.

При этом тяжёлые компоненты оседают вниз, а более лёгкие - цементное молоко и вода - расположатся вверху. Особенно подвержены расслоению смеси, имеющие избыточное количество воды. Во избежание появления неоднородности бетонной смеси рекомендуется перевозить ее к месту укладки одним транспортным средством без перегрузок.

- Расслоившуюся бетонную смесь запрещено использовать для укладки в конструкции. Ее необходимо перемешать до полного восстановления однородности. Необходимо установить причины, по которым произошло расслоение, и устранить их.

- При неподвижности бетонной смеси в течение 50 минут может начаться её схватывание. Особенно этот процесс ускоряется в жаркую погоду. Во избежание застывания бетона во время перевозки нежелательно использовать для его транспортировки самосвалы.

Основные правила, соблюдение которых необходимо при перевозке бетонных смесей:

- Независимо от выбора способа транспортировки, такие важнейшие характеристики бетонной смеси, как подвижность и жёсткость, на месте укладки должны соответствовать проектным величинам.
- Запрещена бестарная перевозка бетонной смеси в бортовых автомобилях, так как такой способ доставки приводит к потерям цементного молока и, как следствие, расслоению бетонной смеси.
- Допустимое время транспортировки смеси в каждом случае должно устанавливаться работниками строительной лаборатории.

Транспортирование бетонной смеси в зависимости от ее начальной подвижности, времени схватывания цемента, расстояния перевозки, температурно-влажностных условий, характера дорог может осуществляться автобетоновозами и автобетоносмесителями.

Технологическое оборудование автобетоносмесителей максимально унифицировано.

На рисунке приведена схема влияния внешних факторов на качество бетонной смеси при ее транспортировании [4, с. 14].



Рисунок. – Влияние внешних факторов на качество бетонной смеси при ее транспортировании

Автобетоносмесители могут эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от - 30° до + 40°С. Максимальная скорость загруженных автобетоносмесителей при движении по дорогам в технологическом режиме составляет не более 60 км/ч. Главный параметр автобетоносмесителей- вместимость смесительного барабана по выходу готовой смеси (м³).

На рынок автобетоносмесителей России и СНГ свою продукцию поставляют следующие заводы:

Могилевский автомобильный завод (МоАЗ) (Беларусь), ЗАО «КОМЗ-Экспорт» (г. Каменск-Шахтинский, Ростовская обл.), ОАО «Туймазинский завод автобетоновозов» (Башкортостан), ЗАО «Пушкинский машиностроительный завод» («ПМЗ»), ООО «Дизель-ТС» (Нижегородская обл.). Вместимость смесительного барабана АБС по выходу готовой смеси составляет от 5 до 14 м³ [6].

АБС в какой-то степени сохраняет свойства бетонного раствора, но как только бетонная смесь выгружена из АБС, начинается процесс ее схватывания, с каждой минутой уменьшается текучесть и пластичность (удобоукладываемость). Поэтому бетонная смесь должна быть быстро выгружена и уложена в возводимую конструкцию немедленно. У каждого производителя своя норма времени выгрузки бетона из АБС, но в среднем 1 м³ бетонной смеси выгружается не более 10 минут [7].

Нормативное время разгрузки автобетоносмесителя [8]:

- объемом 4 м³ - 30 мин;
- объемом 6 - 7 м³ - 40 мин;
- объемом 8 - 9 м³ - 45 мин;
- объемом 10 м³ - 50 мин;
- объемом 12 м³ - 60 мин.

Согласно инструкции по транспортировке и укладке бетонной смеси в монолитные конструкции с помощью автобетоносмесителей и автобетононасосов [9] число транспортных средств, необходимых для обеспечения бесперебойной работы автобетононасоса:

$$N = (T_1 + T_2) / T_3 + 1,$$

где $T_3 = 60 \cdot V / I$

T_1 – продолжительность загрузки транспортной единицы, мин.

T_2 – продолжительность движения транспортной единицы от места загрузки до бетоносмесителя и обратно, мин.

T_3 – интервал доставки бетонной смеси к бетононасосу, мин.

V – полезная вместимость транспортной единицы, м³.

I – интенсивность бетонных работ, м³/час.

Рекомендации по бетонированию конструкций с помощью автобетононасоса при транспортировке бетонной смеси автобетоносмесителями [10] определяют подачу и распределение бетонной смеси при максимально возможной производительности автобетононасоса; в малоармированных отдельно стоящих фундаментах, фундаментных плитах значительной толщины, массивных конструкциях, в густоармированных конструкциях, где требуется более тщательное уплотнение и обработка поверхности забетонированной конструкции, распределение бетонной смеси осуществляется при минимальной производительности автобетононасоса.

Основные преимущества подачи бетонной смеси автобетононасосом (АБН) по сравнению, например, с использованием для этих целей монтажного крана с бадьей или ленточного транспортера очевидны: оперативность, мобильность и автономность. При оценке экономичности этого варианта механизации подачи и распределения бетонной смеси следует учитывать, что сменная выработка на одного рабочего при применении бетононасоса составляет 30-40 м³ бетона [11, с. 6], при применении башенного крана не превышает 6 м³. Кроме того, применение бетононасосов освобождает кран для выполнения других операций.

При бетонировании бетононасосом все операции (подготовка фронта бетонирования, приготовление бетонной смеси, доставка ее к объекту, загрузка бетононасоса, распределение и укладка бетонной смеси) должны быть четко увязаны между собой, поэтому в проекте производства работ (ППР) должны быть отражены следующие данные:

- класс бетона, состав бетонной смеси;
- допустимая крупность заполнителя;
- конструкция опалубки;
- число, место стоянок бетононасоса;
- число, маршруты движения транспортных средств для доставки бетонной смеси к бетононасосу.

Немецкая компания Putzmeister поставляет на рынок 16 АБН с различным давлением подачи, производительностью до 200 м³/ч, с богатым диапазоном стрел, складывающихся по схемам Z, RZ (Roll-Z) и ZR (Z-Roll) и изготавливаемых из износостойких компонентов. М 20-4, самая компактная и маневренная модель. Самый большой насос Putzmeister - М 70-5 с 5-секционной стрелой, обладающий производительностью 200 м³/ч, высотой подачи до 69,3 м. Компания Schwing (Германия) сегодня производит 16 вариантов автобетононасосов. Топовая модель компании - 4-секционный S 61SX производительностью 163 м³/ч, с высотой подачи 60 м [12].

Компания CIFA (Италия) специализируется на оборудовании для производства, транспортировки и подачи бетона. Вся линейка CIFA состоит из 19 моделей с высотой подачи от 24 до 79,5 м. Производительность насосных узлов составляет от 78 до 180 м³/ч [12].

Автобетононасосы производства компании Kuungwon (Корея) обладают широким диапазоном производительности от 90 до 180 м³/ч и оснащаются 4- и 5-секционными распределительными стрелами с высотой подачи бетона 26- 52 м. Компания КСР HeavyIndustriesCo., Ltd (Корея) - модельный ряд насчитывает более 20 машин с высотой подачи от 18 до 64 м и производительностью от 70 до 225 м³/ч [12].

Модельный ряд турецкой компании Betonstar включает 4 разновидности АБН с высотой подачи от 23,7 до 51,5 м. BST 24.14 с максимальной производительностью 90 м³/ч, 4-секционной стрелой может работать на небольших объектах, а BST 52 (140 м³/ч) готов обеспечить самый масштабный проект.

Один из ведущих корейских производителей - компания Everdigm - выпускает 21 модель бетононасосов на автомобильном шасси. По заявлению производителя, каждый насос проходит несколько этапов проверки качества, включая трехдневное моделирование нагрузки на стрелу [12].

Китайские предприятия, ориентируясь на огромные объемы строительства в стране, также давно освоили этот вид техники. Две компании - Sany и Zoomlion, тесно сотрудничают с европейскими производителями, а также постоянно внедряют современные технологии в свою продукцию [12].

Российское ОАО «Гуймазинский завод автобетоновозов» (входит в группу «КАМАЗ») является одним из крупнейших российских предприятий машиностроительного комплекса. Основная специализация завода - проектирование и производство спецтехники для бетона: автобетоносмесителей, автобетононасосов, распределительных стрел [12].

Массивные сооружения из монолитного железобетона, как правило, бетонируются блоками [11, с. 68]. Блоки образуются путем разрезки массива сооружения поперечными, а иногда и продольными швами. Высокие массивные сооружения расчленяются по высоте на ярусы, а ярусы делятся на блоки бетонирования.

Разрезка на блоки бетонирования имеет большое значение для предотвращения трещинообразования, а также вызывается необходимостью ограничивать площадь блока в соответствии с производительностью бетоноукладочных средств и сроками схватывания цемента в бетоне.

Размеры и размещение блоков бетонирования предусматриваются проектом в зависимости от конструктивных соображений (насыщенности бетона арматурой, места ее расположения и т.д.) и от производственных факторов (сроков схватывания цемента, производительности бетоноукладочных средств, конструкции опалубки и т.п.). Разрезая массивное сооружение на блоки бетонирования, следует стремиться к их укрупнению, так как это повышает монолитность сооружения, сокращает расход опалубки, создает возможность укрупнения армированных конструкций, сокращает вспомогательные работы по подготовке блоков к бетонированию и увеличивает производительность укладки бетонной смеси.

При укладке бетонной смеси в массивные фундаменты (фундаментные плиты, днища резервуаров и отстойников и др.) согласно типовым технологическим картам [13-16], основным технологическим требованием является непрерывность укладки на всю высоту плит. Для обеспечения непрерывной укладки смеси на всю высоту плиту разбивают на блоки без разрезки арматуры, с ограждением блоков металлическими сетками. В плиты даже большой толщины бетонную смесь укладывают в один слой.

Однако не всегда является возможным обеспечить непрерывную укладку бетонной смеси. Возможными причинами являются - несоблюдение параметров бетонирования, требований к составу бетонных смесей, неправильная организация процесса бетонирования.

При укладке бетона на ранее уложенный и затвердевший бетон [17, с. 124], образуется рабочий шов. Рабочие швы являются технологическими. Их устройство связано с неизбежными остановками в бетонировании из-за возможных организационных (окончание рабочей смены, поломка оборудования, нехватка материалов и т.п.) и технологических причин (необходимость монтажа вышележащей арматуры, перестановка лесов, опалубки, ограничение нагрузок на вышележащие конструкции и т.п.).

В рабочем шве должны быть исключены перемещения стыкуемых поверхностей относительно друг друга. Максимально допустимое время перерыва в бетонировании соответствующее началу формирования кристаллизационной структуры, определяется возможностью «старого» бетона разжижаться без вибрации. Когда при погружении в него вибратора образуются незаплывающие трещины, необходимо устраивать рабочий шов [18, с.51].

Согласно [19, с. 25] рекомендуемая подвижность бетонной смеси при использовании автобетононасосов по величине осадки конуса – 4-14 см, В/Ц- 0,75. Оптимальная подвижность, с точки зрения ее удобоперекачиваемости (способности транспортирования по трубопроводу без расслоения и без образования пробок под воздействием внешних сил), – 6-8 см, водоцементное отношение - 0,4-0,6.

Жесткие, малоподвижные и литые несвязные бетонные смеси непригодны для перекачивания по трубопроводам. При применении малоподвижных смесей сопротивление движению может оказаться больше давления, развиваемого бетононасосом, что приводит к закупорке бетонопроводов и остановке процесса транспортирования. При перекачивании литых бетонных смесей в результате их расслаивания из-за избытка свободной воды в трубопроводе также образуются пробки, а это также приводит к остановке процесса транспортирования.

На стройплощадках широко применяются автобетоносмесители различной ёмкости, бетононасосы и пневмонагнетатели, для подачи бетонной смеси различной производительности. Возведение монолитных бетонных конструкций должно осуществляться такими способами, чтобы были обеспечены монолитность уложенного бетона, проектные физико-механические показатели и однородность бетона,

надлежащее его сцепление с арматурой и закладными деталями, несмотря на многочисленные механические воздействия транспортно-укладочных механизмов. Поэтому при проектировании производства бетонных работ необходимо знать и учитывать влияние всех внешних факторов на качество бетонной смеси при ее транспортировании от бетонного завода до строящегося объекта, а также факторы, воздействующие на бетонную смесь при подаче и укладке бетонной смеси в полость опалубки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетонные заводы. – Режим доступа: http://sfera-sk.by/catalog/concrete_plants/. – Дата доступа: 10.09.2018.
2. ОАО «Кричевский завод ЖБИ». – Режим доступа: <http://www.zavod-jbi.by/>. – Дата доступа: 11.09.2018.
3. Витьбичи. – Режим доступа: http://www.vitbichi.by/news/ekonomika/innovatsii_investitsii/post4937.html. – Дата доступа: 21.09.2018.
4. Ресурсосберегающие технологии бетонных работ на строительной площадке / Атаев С.С. [и др.] // Рациональные конструктивно-технологические решения фундаментов из монолитного бетона. – 1999. – 45 с.
5. Выбор комплекта машин для транспортирования, подачи и укладки бетонной смеси. – Режим доступа: https://studopedia.net/3_49902_vibor-komplekta-mashin-dlya-transportirovaniya-podachi-i-ukladki-betonnoy-smesi.html. – Дата доступа: 21.09.2018.
6. Справочник строителя. – Режим доступа: http://baurum.ru/_library/?cat=portage_concrete&id=1256. – Дата доступа: 22.09.2018.
7. Организация процесса доставки бетона автобетоносмесителями. – Режим доступа: <https://os1.ru/article/14879-organizatsiya-protssessa-dostavki-betona-avtobetonosmesitelyami-kogda-na-stroyek-nujen-beton>. – Дата доступа: 23.09.2018.
8. Экономическая эффективность расчета стоимости услуг автобетоносмесителя. – Режим доступа: https://www.profiz.ru/peo/1_2015/stoimost_uslug/. – Дата доступа: 23.09.2018.
9. Инструкция по транспортировке и укладке бетонной смеси в монолитные конструкции с помощью автобетоносмесителей и автобетононасосов. Открытое акционерное общество проектно-конструкторский и технологический институт промышленного строительства ОАО ПКТИПРОМСТРОЙ. – Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/Instrukciya2302Instrukciy.html>. – Дата доступа: 23.09.2018.
10. Рекомендации по бетонированию конструкций с помощью автобетононасоса при транспортировке бетонной смеси автобетоносмесителями. – Режим доступа: <http://aquagroup.ru/normdocs/6930>. – Дата доступа: 23.09.2018.
11. Руководство по производству бетонных работ. – М. : Стройиздат, 1975. – 315 с.
12. Автобетононасосы. – Режим доступа: <https://os1.ru/article/2241-avtobetonosasy-tochnaya-podacha>. – Дата доступа: 23.09.2018.
13. ТТК 100029434.119-2010. Типовая технологическая карта на устройство монолитных железобетонных фундаментов в опалубке импортного производства или типа «Модостр» / Гос. производств. Об-ние «Минкстрой» ; ОАО «ОРГСТРОЙ». – Минск, 2010. – 79 с.
14. 7351 ТК. Технологическая карта на устройство монолитной железобетонной фундаментной плиты / Проект.-конструкт. и технол. ин-т пром. стр-ва ; ОАО «ПКТИПромстрой». – 2002. – Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/246716/. – Дата доступа: 16.04.2018.
15. ТК 4.01.01.63. Технологическая карта на устройство плоских монолитных железобетонных фундаментных плит в зданиях и сооружениях общего назначения при толщине плиты до 1200 мм / Промстройпроект Госстроя СССР. – 1989. – Режим доступа: <http://aquagroup.ru/normdocs/81>. – Дата доступа: 15.05.2018.
16. Типовая технологическая карта на бетонные и железобетонные работы (монолитный железобетон). ТК 6306031077/31077. Устройство плоских монолитных железобетонных фундаментных плит в гражданских зданиях / Центр. науч.-исслед. и проект.-эксперимент. ин-т организации, механизации и техн. помощи стр-ву. – 1991. – Режим доступа: https://znaytovar.ru/gost/2/630603107731077_Tipovaya_texno.html. – Дата доступа: 10.04.2018.
17. Плосконосов, В.Н. Технология монолитного бетонирования в строительстве / В.Н. Плосконосов. – Брест, 2011. – 191 с.
18. RRC Piyasena. Evaluation of Initial Setting Time of Fresh Concrete / RRC Piyasena, P A T S Premerathne, B T D Perera, S M A Nanayakkara // National Engineering Conference. – Sri Lanka, 2013. – 19 ERU Symposium, University of Moratuwa. – P. 47–52.
19. Руководство по укладке бетонных смесей бетононасосными установками. – М., 1978. – 143 с.

**FEATURES OF BUILDING MASSIVE FOUNDATIONS
WITH CONSIDERING OF DIFFERENT FACTORS
AFFECTING CONTINUOUS PRODUCTION OF WORK**

N. SHPILEUSKAYA, A. SHVEDAU

When building massive foundations, it is necessary to carefully work out the project for the production of works, which should be consider a number of different factors, such as: the choice of the method of concreting, to determine, based on the capabilities of the plant, the number of vehicles, to choose concrete-laying means, layer thickness, time of overlapping of layers, etc.

Keywords: *cold joint, continuous concreting, massive foundations, transportation and laying of concrete mix.*

УДК 666.973.2

**СЫРЬЕВАЯ БАЗА ВИТЕБСКОГО РЕГИОНА
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОЛОКНИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*С.А. РОМАНОВСКИЙ, канд. техн. наук, доц. А.А. БАКАТОВИЧ,
канд. техн. наук, доц. Н.В. ДАВЫДЕНКО
(Полоцкий государственный университет)*

Приведены результаты исследований теплоизоляционных материалов из волокон растительном сырья, произрастающего в Витебском регионе. Предложено использовать в качестве волокнистых заполнителей для изготовления утеплителей – льняные очесы, волокна льна и волокна крапивы. Проведен комплекс исследований по подбору составов теплоизоляционных материалов с определением основных физико-механических показателей. Результаты проведенных испытаний свидетельствуют о наибольшей эффективности теплоизоляционных материалов из очесов волокна льна по сравнению с утеплителями на основе льняных волокон и волокон крапивы.

Ключевые слова: *льняные очесы, волокно льна, волокно крапивы, теплоизоляционные материалы, физико-механические характеристики.*

Развитие экологического «зеленого» строительства за последние годы в значительной степени изменило самосознание многих застройщиков и теперь наряду с традиционными показателями качества к возводимым зданиям, часто предъявляют требования по экологической безопасности объектов. Необходимо отметить, что строительная отрасль как в Беларуси, так и в других странах не всегда готова обеспечить экологические требования заказчиков. В первую очередь данная проблема связана с ограниченным наличием и выпуском экологически чистых строительных материалов. Наибольшие проблемы производственного сектора связаны с изготовлением теплоизоляционных материалов, так как традиционные утеплители (пенополистирол и минеральная вата) не отвечают требованиям по экологии. Одним из решений сложившейся ситуации на рынке теплоизоляционных плитных материалов является использование растительного сырья природного или сельскохозяйственного происхождения в комплексе с экологически безопасными вяжущими.

Задача исследований, проведенных в лабораториях кафедры строительного производства Полоцкого государственного университета, заключалась в получении экологически чистых эффективных теплоизоляционных материалов на основе растительной сырьевой базы Витебского региона. Основным параметром выбора экспериментального материала являлась многотоннажность сырья.

Одной из ведущих технических культур сельского хозяйства в Республике Беларусь является лен-долгунец. В Беларуси сосредоточено около 16% мировых посевов льна, или более 20% льняных посевов на Европейском континенте. Лен-долгунец высевается во всех регионах Беларуси, но наиболее крупные посевные площади (31,6% от всех посевов) приходятся на Витебскую область [1, с. 516]. В 2017 году урожайность льноволокна составила 9,2 ц/га, наибольшая урожайность отмечалась в 2014 году – 10,7 ц/га.

Сбор урожая и дальнейшая переработка льна для получения льняных волокон является достаточно трудоемким процессом. При уборке льна комбайнами производится механизированный расстил соломки на льнище. Отделению волокнистой части стебля от древесины способствует роса, дожди и тепло, разрушающие соединительные ткани. Далее льняное сырье поступает на льнозаводы для первичной перера-