



М. С. БАЛАБАНОВ
А. С. ЛЕОНЕНКО

ВЛИЯНИЕ ЖИДКОГО ОТХОДА ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ НА ВОДОПОТРЕБНОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА

INFLUENCE OF LIQUID WASTE FROM PROCESSING WOOD-SHAVINGS BOARDS ON THE WATER REQUIREMENT OF CEMENT TASTE PASTE

Статья посвящена рассмотрению возможности применения отходов переработки древесно-стружечных плит (ДСП), и применения этих отходов в строительной промышленности, в частности при изготовлении бетонных смесей. В качестве используемого отхода рассматривается жидкость, остающаяся после мокрого помола шнековыми мельницами. В процессе замачивания древесных плит происходит вымывание/насыщение воды веществами, их составляющими, т. е. формальдегидом, который является компонентом связующей смолы, и лигнином, который является основным компонентом древесины. И то и другое вещество используется как основа для производства пластифицирующих добавок, поэтому их наличие в водной вытяжке будет способствовать изменению реологических свойств цементного теста. Для подтверждения этого предположения проводились исследования цементного теста при помощи прибора Вика с пестиком на различных видах цемента. После чего строились графики изменения подвижности и оценивался пластифицирующий эффект.

Ключевые слова: древесно-стружечные плиты, цементное тесто, мокрый помол, прибор Вика, нормальная густота, лигнин, формальдегид, переработка, отходы, пластификатор

This article is devoted to considering the possibility of using waste from processing particle boards, and the use of these wastes in the construction industry, in particular in the preparation of concrete mixtures. The liquid remaining after wet grinding, screw mills, and chipboards is considered as the waste used. In the process of soaking wood boards, water is washed out/saturated with their constituent substances, that is, formaldehyde, which is a component of the binder resin, and lignin, which is the main component of wood. Both substances are used as the basis for the production of plasticizing additives, so their presence in the aqueous extract will contribute to a change in the rheological properties of the cement. To confirm this assumption, studies of cement paste were carried out using a Vicat device with a pestle on various types of cement. After that, graphs of changes in mobility were plotted and the plasticizing effect was assessed.

Key words: Particle boards, cement paste, wet grinding, Vicat device, normal density, lignin, formaldehyde, recycling, waste, plasticizer

Приготовление бетонов на данный момент невозможно представить без применения различных добавок, которые влияют как на реологические характеристики бетонной смеси, так и на физико-механические свойства затвердевших бетонов. Перечень подобных добавок ве-

лик: противоморозные, воздухововлекающие, гидрофобизирующие, добавки ускорители и замедлители твердения, стабилизирующие, пластифицирующие и др. Одними из важнейших в этом списке являются пластифицирующие добавки, которые влияют не только на

подвижность бетонной смеси и расход цемента, снижение трудозатрат при укладке, но и на качество готового, затвердевшего бетона [1–5].

Основой для производства современных пластификаторов являются лигносульфанаты и поликарбоксилаты. Первые являются отходом при производстве целлюлозно-бумажной промышленности, а вторые получают полимеризацией различных химических соединений, содержащих карбоксильные группы (-COOH).

В то же время каждый день на мусорных площадках и свалках появляются всё новые и новые отходы мебели, мебельные щиты и просто ненужные листы древесно-стружечных плит (ДСП).

Наиболее часто используемым методом их утилизации является захоронение на открытых мусорных полигонах, где древесно-стружечные плиты разлагаются под действием внешних факторов: дождь, снег, солнечный свет, холод, при этом выделяя вредные вещества – формальдегиды, являющиеся основой связующего вещества, которые, попадая в почву, отравляют её. Переработке подвергается только брак производства: использованные древесно-стружечные плиты перерабатывают путем сухого помола с последующим прессованием в брикеты и сжиганием, при котором так же как и при утилизации на полигонах, происходит выделение вредных веществ. Наиболее эффективным, на наш взгляд, является мокрый помол в шнековых мельницах (рис. 1), с предварительным сухим дроблением до размера 5,0×5,0 см [6].

Но этот способ получения стружки из ДСП имеет один важный недостаток: при мокром помоле древесно-стружечные плиты не-

обходимо выдерживать в воде, для того чтобы снизить адгезию и частично разложить смолы, связывающие опилки. При этом часть вредных веществ, содержащихся в вяжущем, переходит в воду, которая также является отходом. Принимая во внимание тот факт, что большую часть древесины составляет лигнин, который является основой таких пластификаторов, как лигносульфанаты, а формальдегид, растворенный в воде, используется при производстве поликарбоксилатов, можно предположить, что полученный при мокром помоле раствор либо является пластификатором, либо основой для их производства [7].

Для оценки пластифицирующего эффекта отхода переработки древесно-стружечных плит было выбрано три вида цемента:

- ЦЕМ 0 42,5 Вольского завода АО «ВОЛГА ЦЕМЕНТ»;
- ЦЕМ I 42,5 ООО «Сенгилеевский цементный завод»;
- ЦЕМ II/A-II 42,5Н (с известняком до 20 %) ООО «Цементум Вольск».

В качестве жидкости затворения использовалось три вида жидких отходов, полученных при переработке ДСП:

- при 3-суточной выдержке ДСП в воде;
- при 7-суточной выдержке ДСП в воде;
- при 14-суточной выдержке ДСП в воде.

При подготовке (выдержке) дробленых древесно-стружечных плит к мокрому помолу выбрано соотношение ДСП / вода – 1/4. Причем для исследований брались древесно-стружечные плиты с разной степенью эмиссии формальдегида E1 при содержании его от 4 до 8 мг/100 г плиты и эмиссией от 0,08 до 0,124 мг/м³ воздуха, E2 при

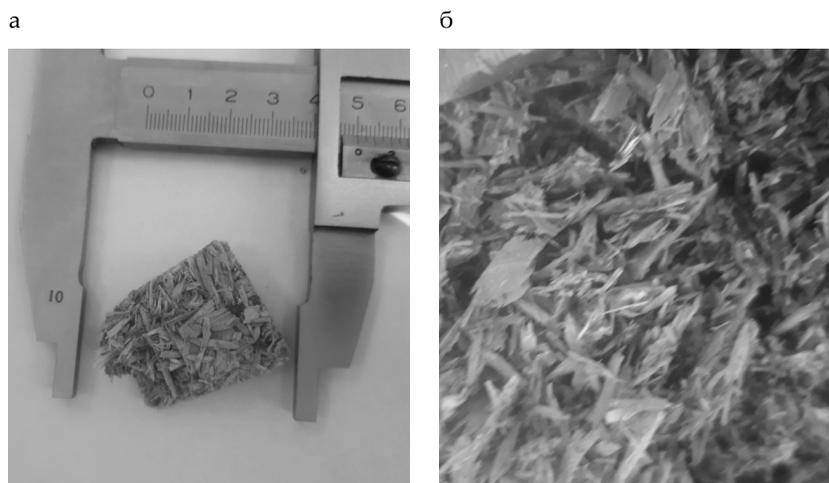


Рис. 1. Этапы переработки ДСП:
а – дробление до крупности 50 × 50 мм; б – результат помола в шнековой мельнице

Fig. 1. Stages of chipboard processing:
a – crushing to the size of 50 × 50 mm; b – result of grinding in a screw mill

содержании формальдегида от 8 до 20 мг/100 г плиты и эмиссией от 0,124 до 0,5 мг/м³ воздуха (ГОСТ 10632-2014 «Плиты древесно-стружечные»).

После необходимого времени выдержки проводились испытания по определению нормальной густоты цементного теста, при этом фиксировались промежуточные значения погружения пестика прибора Вика и определялось изменение его реологических характеристик для каждого из видов цемента и для жидкостей затворения, полученных из ДСП с эмиссией E1 (рис. 2–4) и E2 (рис. 5–7).

Проводя анализ представленных выше графиков, можно сказать, что применение в качестве жидкости затворения отходов переработки ДСП мокрым помолом для цементов марки ЦЕМ II 45,2Н малоэффективно, некоторый результат наблюдается только для жидкостей после выдержки древесно-стружечных плит в воде в течение 14 суток. В остальных случаях применения жидкости затворения (при выдержке 3 и 7 суток) изменения пластичности цементного теста нет. Предполагаемой причиной отсутствия эффекта может быть наличие в данном цементе добавок, нейтрализующих действие веществ, которые увеличивают пластичность цементного теста, и лишь в случае когда их концентрация в жидкости затворения возрастает, можно наблюдать небольшой ожидаемый эффект (см. рис. 2 и 5). Кроме того, стоит отметить, что при применении жидкости для затворения, полученной из ДСП с маркой эмиссии формальдегида E2, этот эффект более заметен (см. рис. 5).

Рассматривая влияние исследуемой жидкости затворения на пластичность теста, изготовленного на цементе ЦЕМ I 45,2, необходимо

отметить, что наиболее эффективными в области пластифицирующего эффекта выглядят результаты, полученные при выдержке ДСП

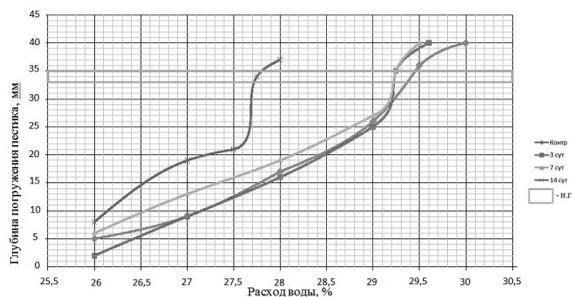


Рис. 3. Изменение подвижности цементного теста на основе ЦЕМ I 45,2 и жидкости затворения, полученной при вымачивании ДСП с E1 в течение 3, 7 и 14 суток

Fig. 3. Change in the Mobility of Cement Paste Based on CEM I 45.2 and Hardening Fluid Obtained by Soaking Chipboard with Ye1 for 3, 7 and 14 Days

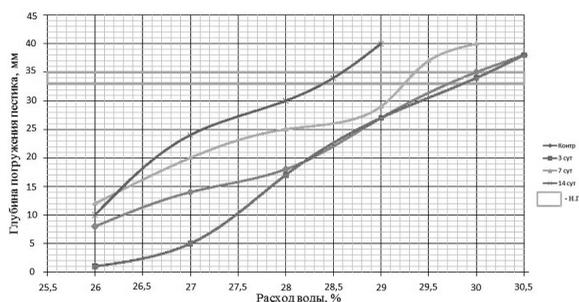


Рис. 4. Изменение подвижности цементного теста на основе ЦЕМ 0 45,2 и жидкости затворения, полученной при вымачивании ДСП с E1 в течение 3, 7 и 14 суток

Fig. 4. Change in the mobility of cement based on CEM 0 45.2 and hardening fluid obtained by soaking chipboard with Ye1 for 3, 7 and 14 days

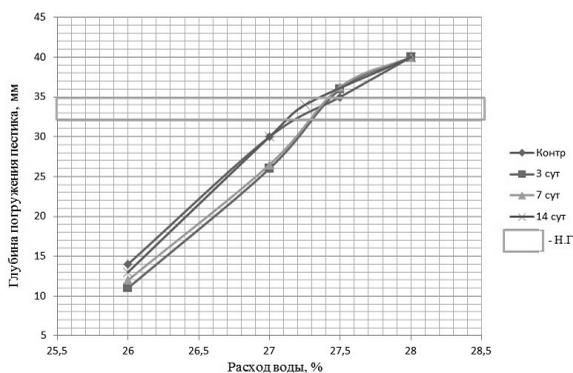


Рис. 2. Изменение подвижности цементного теста на основе ЦЕМ II 45,2Н и жидкости затворения, полученной при вымачивании ДСП с E1 в течение 3, 7 и 14 суток

Fig. 2. Change in the Mobility of Cement Paste Based on CEM II 45,2N and Hardening Fluid Obtained by Soaking Chipboard with Ye1 for 3, 7 and 14 Days

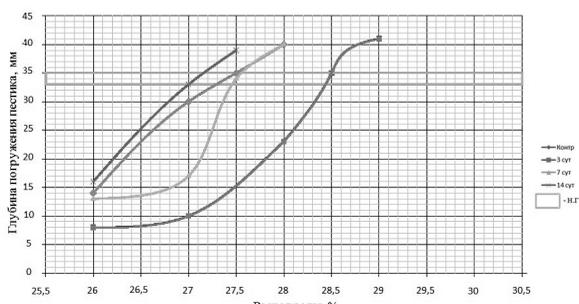


Рис. 5. Изменение подвижности цементного теста на основе ЦЕМ 2 45,2Н и жидкости затворения, полученной при вымачивании ДСП с E2 в течение 3, 7 и 14 суток

Fig. 5. Change in the mobility of cement paste based on CEM 2 45,2N and hardening fluid obtained when soaking chipboard with Ye2 for 3, 7 and 14 days

в воде в течение 14 суток при использовании плит с маркой эмиссии E1 (см. рис. 3), и 3, 7 и 14 суток при использовании плит с маркой эмиссии E2 (см. рис. 6). Анализируя графики, можно предположить, что при затворении жидкостями данного вида вяжущего эффект становится заметным при достижении определенной концентрации и кривые круто идут вверх. Видимо, наличие добавок в самом цементе каким-то образом, до достижения определенной концентрации, сдерживает/нейтрализует вещества, содержащиеся в жидкости затворения, положительно влияющие на изменение пластичности цементного теста. Отсюда и резкий скачок, который виден на графиках, показывающих пластичность цементного теста.

Оценивая графики изменения пластичности теста, полученные на основе использования цемента ЦЕМ 0 45,2, можно сказать, что наилучший эффект наблюдается для жидкостей затворения: полученных из ДСП марки

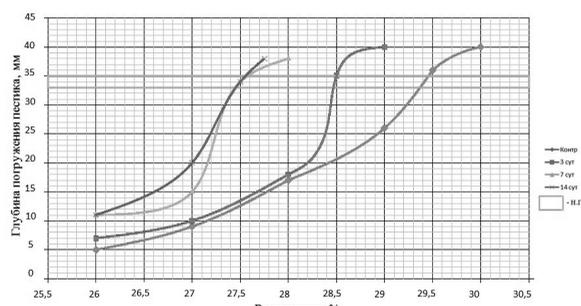


Рис. 6. Изменение подвижности цементного теста на основе ЦЕМ 1 45,2 и жидкости затворения, полученной при вымачивании ДСП с E2 в течение 3, 7 и 14 суток

Fig. 6. Change in the mobility of cement based on CEM 1 45.2 and hardening fluid obtained by soaking chipboard with Ye2 for 3, 7 and 14 days

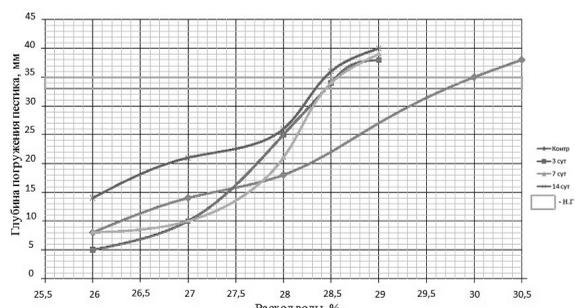


Рис. 7. Изменение подвижности цементного теста на основе ЦЕМ 0 45,2 и жидкости затворения, полученной при вымачивании ДСП с E2 в течение 3, 7 и 14 суток

Fig. 7. Change in the mobility of cement based on CEM 0 45.2 and hardening fluid obtained by soaking chipboard with Ye2 for 3, 7 and 14 days

по эмиссии E1, выдержанной в течение 7 и 14 суток (см. рис. 4), и полученных из ДСП марки по эмиссии E2, выдержанной в течение 3, 7 и 14 суток (см. рис. 7). Причем наилучший эффект наблюдается для жидкости из ДСП с маркой E2, разница в полученных результатах минимальна для всех жидкостей вне зависимости от времени выдержки. Количество жидкости затворения для достижения нормальной густоты требуется на 2–2,5 % меньше, чем при использовании обычной воды. В то же время применение жидкости из ДСП E1, выдержанных 7 и 14 суток, позволило снизить расход жидкости затворения на 0,5–1,5 %.

Оценивая общий вид и поведение построенных кривых, необходимо отметить, что наибольший пластифицирующий эффект наблюдается с бездобавочным цементом, а присутствие минеральных активных добавок в цементе снижает эффективность действия предполагаемого пластификатора.

Выводы. 1. Применение жидкостей, полученных в результате вымачивания древесно-стружечных плит в качестве воды затворения, возможно и оправданно, так как при ее применении снижается количество требуемой жидкости для достижения цементным тестом нормальной густоты для всех видов цементов, хотя и в разной степени.

2. Наибольший эффект наблюдался при использовании жидкости, полученной при выдержке ДСП в течение 14 суток.

3. Необходимо:

а) провести химический или вещественный анализ данных жидкостей, чтобы более четко представлять механизм их взаимодействия с цементом;

б) оценить действие на растворы и бетоны, что позволит понять, каким образом жидкость взаимодействует с заполнителями и какой эффект будет достигнут;

в) оценить возможность модификации при минимальных затратах для усиления пластифицирующего эффекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов Ю.М., Л.А. Алимов, Воронин В.В. Технология бетона, строительных изделий и конструкций. М.: АСВ, 2016. 172 с.

2. Изотов В.С., Сомолова Ю.А. Химические добавки для модификации бетона. М.: Казан. гос. арх.-строит. ун-т, 2006. 244 с.

3. Тараканов О.В., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф. Химические добавки в растворы и бетоны. М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. 168 с.

4. Низина Т.А., Коровкин Д.И., Балыков А.С., Володин В.В. Анализ изменения упруго-прочностных

характеристик модифицированных и немодифицированных мелкозернистых бетонов в зависимости от их влажностного состояния и температуры испытания // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, №1. С.71–78. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.01.12.

5. Шейнфельд А.В., Каприелов С.С., Чилин И.А. Влияние температуры на параметры структуры и свойства цементных систем с органоминеральными модификаторами // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7. №1. С.58–63. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.01.10.

6. Балабанов М.С., Демидов Р.В., Чикноворьян А.Г. Оптимальные способы дробления ДСП для вторичной переработки // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии: сб. статей / под ред. М.В. Шувалова, А.А. Пищурова, А.К. Стрелкова. Самара, 2023. С.740–749.

7. Теоретические основы получения древесно-гипсовых композитов с заданными эксплуатационными свойствами / А.А. Лукаш, Н.П. Лукутцова, А.А. Пыкин, К.А. Литвинчев, О.Н. Чернышев; Брянск. гос. инж.-технол. ун-т, Уральск. гос. лесотех. ун-т. Курск: Университетская книга, 2023. 109 с.

REFERENCES

1. Bazhenov Yu.M., L.A. Alimov, Voronin V.V. *Tehnologija betona, stroitel'nyh izdelij i konstrukcij* [Technology of concrete, building products and structures]. Moscow, ASV, 2016. 172 p.

2. Izotov V.S., Somolova Ju.A. *Himicheskie dobaavki dlja modifikacii betona* [Chemical additives for concrete modification]. Moscow, Kazan. state. arch. construction un-t, Paleotype, 2006. 244 p.

3. Tarakanov O.V., Erofeev V.T., Smirnov V.F. *Himicheskie dobaavki v rastvoory i betony* [Chemical additives in solutions and concretes]. Moscow, Vologda, Infra-Engineering, 2023. 168 p.

4. Nizina T.A., Korovkin D.I., Balykov A.S., Volodin V.V. Analysis of changes in the elastic-strength characteristics of modified and unmodified fine-grained concretes depending on their wet state and test temperature. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 1, pp. 71–78. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.01.12

5. Sheinfeld A.V., Kaprielov S.S., Chilin I.A. Influence of temperature on the structural parameters and properties of cement systems with organomineral modifiers. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2017, vol. 7, no. 1, pp. 58–63. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2017.01.10

6. Balabanov M.S., Demidov R.V., Chiknovoryan A.G. Optimal methods for crushing chipboard for recycling. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'stvo i stroitel'nye tehnologii: sb. statej / pod red. M.V. Shuvalova, A.A. Pishchuleva, A.K. Strelkova* [Traditions and innovations in construction and architecture. Construction and building technologies: Sat. articles/ed. M.V. Shuvalova, A.A. Pishchuleva, A.K. Strelkova]. Samara, 2023, pp. 740–749. (In Russian).

7. Lukash A.A., Lukutsova N.P., Pykin A.A., Litvinchev K.A., Chernyshev O.N. *Teoreticheskie osnovy poluchenija drevesnogipsovyyh kompozitov s zadannymi jeks-pluatacionnymi svojstvami* [Theoretical foundations for obtaining wood gypsum composites with given exposure properties]. Bryansk. state engineering. un-t, Uralsk. state. forestry. un-t. Kursk: University Book, 2023. 109 p.

Об авторах:

БАЛАБАНОВ Михаил Сергеевич

старший преподаватель кафедры производства строительных материалов, изделий и конструкций Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: bms-796@rambler.ru

BALABANOV Mikhail S.

Senior Lecturer of the Construction Materials, Products and Structures Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: bms-796@rambler.ru

ЛЕОНЕНКО Александра Сергеевна

кандидат технических наук, доцент кафедры металлических и деревянных конструкций Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: leonenko_as@mail.ru

LEONENKO Alexandra S.

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor of the Metal and Wooden Structures Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: leonenko_as@mail.ru

Для цитирования: Балабанов М.С., Леоненко А.С. Влияние жидкого отхода переработки древесно-стружечных плит на водопотребность цементного теста // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 4. С. 92–96. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.13.

For citation: Balabanov M.S., Leonenko A.S. Influence of liquid waste from processing wood-shavings boards on the water requirement of cement paste. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 4, pp. 92–96. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.13.