

УДК 691.11:620.1

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА СУШКИ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ О.А. Киселева

INFLUENCE OF DRYING ON CHARACTERISTICS OF FIBERBOARD O.A. Kiseleva

Аннотация. Вода существенно влияет на физико-механические характеристики материалов на основе древесины. Под действием данного фактора потери несущей способности могут быть существенными. Полностью устранить действие воды в процессе эксплуатации древесных композитов не представляется возможным. Представленные в данной статье исследования как раз и посвящены изучению влияния режима сушки (ее продолжительности, температуры сушки) на прочность ДВП, подвергшихся воздействию воды. Для получения полной картины, также представлены результаты по изменению водопоглощения и набухания плит.

Ключевые слова: *древесноволокнистые плиты; прочность, водопоглощение; набухание; сушка.*

Abstract. Water have significant affect for physical and mechanical characteristics of wood based materials. This factor may be a cause of loss of carrying capacity. It's not possible to completely eliminate water's effect in use materials. The research describe the effect of drying (duration, temperature) for strength of MDF affected by water. Also presented results on water absorption and swelling of fiberboard.

Keywords: *fiberboard; strength; water absorption; swelling; drying.*

Введение

Прочность древесины и материалов на ее основе зависит от температуры и влажности. В древесине и древесных материалах содержится свободная влага (капиллярная), и физико-химически связанная влага (гигроскопическая). Наличие гигроскопической влажности способствует набуханию материала и снижению его прочности. Изменчивость прочности древесины наблюдается лишь в диапазоне влажности ниже предела гигроскопичности, причем понижение влажности приводит к существенному увеличению прочности.

Наиболее легко из древесного материала удаляется свободная влага, при этом изменением объема (размеров) древесины не наблюдается. Удалить данную влагу можно с помощью атмосферной сушки, т.е. путем ее выдерживания в помещении с нормальной влажностью или на улице в теплое время года, защищая от воздействия осадков. Гигроскопическая влага находится в стенках клеток древесины и вывести ее оттуда сложно [1]. Чаще всего ее удаление осуществляется в процессе технологической сушки. Сушкой называются процессы удаления влаги из различных материалов путем ее испарения. Она широко применяется в деревообрабатывающей промышленности, но является энергоемким процессом, связанным со значительным расходом электроэнергии, топлива. В результате сушки древесина из природного сырья превращается в промышленный материал, отвечающий предъявляемым к нему требованиям [2].

При сушке влажность и температура древесины изменяются, поэтому ее прочность также не остается постоянной. Изменения прочности, связанные с влажностью, для самой древесины обратимы, т. е. при увлажнении сухой древесины снижается ее прочность, а при последующем высушивании прежние прочностные показатели полностью восстанавливаются. А вот для древесных композитов при высушивании прочность

восстанавливается не полностью, так как часть связей полимер-наполнитель будет разрушена.

Повышение температуры снижает прочность древесины. Кратковременное воздействие не слишком высокой температуры дает обратимые изменения прочности. А вот с повышением температуры или длительности ее воздействия в древесине происходят необратимые процессы (старение), приводящие к изменению ее прочностных показателей [3]. Все это характерно и для древесных композитов.

Постановка задачи

Прочность древесины в процессе ее обработки, как отмечалось выше, повышается с понижением температуры и влажности. Так, предел прочности холодной сухой древесины выше предела прочности горячей сырой древесины в 15...20 раз. Для других показателей механических свойств древесины характер изменения аналогичен, однако абсолютные значения показателя и их соотношения могут колебаться в широких пределах.

В качестве эталона эксплуатационной прочности принято считать прочность древесины, которая не подвергалась воздействию повышенной температуры (например, древесины, прошедшей атмосферную сушку). Однако необходимо учитывать, что для данного вида сушки потребуется большая продолжительность времени. Для сокращения продолжительности технологической операции прибегают и к сушке при повышенной температуре. Исследованиями установлено, что воздействие на древесину температуры ниже 60 °С не снижает ее эксплуатационной прочности независимо от длительности сушки. Влияние более высокой температуры начинает сказываться, если продолжительность сушки при $t = 80$ °С превышает 40...50 ч, а при $t = 120$ °С - 2...3 ч [2].

Возникает вопрос, как ведут себя древесные композиты, в частности ДВП, в процессе сушки. Именно поэтому работа посвящена изучению влияния температуры сушки и ее продолжительности на прочность древесноволокнистых плит.

Методы исследования

В ходе проведения экспериментов было проведено две серии испытаний. Первая серия образцов подвергалась непрерывному воздействию влаги, замачивание в воде осуществлялось в течение 30 мин и 20 ч. После чего образцы подвергались высушиванию в течение 16 ч, 3, 7, 14, 30 и 60 дней. Вторая серия образцов подвергалась циклическому воздействию влаги, замачивание в воде в течение 30 мин и 2, 12, 24 ч., чередовалось с высушиванием образцов в течение 2, 4 и 6 часов. Температура сушки в первом и во втором случае менялась в диапазоне 20...60 °С. В процессе испытаний фиксировали изменение влажности, толщины образцов, а также их прочность при поперечном изгибе.

Обсуждение результатов

Из рисунка 1 видно, что с увеличением продолжительности атмосферной сушки происходит восстановление прочности древесноволокнистых плит. Особенно интенсивно процесс протекает в первые 7 дней. При этом прочность ДВП составляет 90 % от первоначальной при длительности замачивания 30 мин и 44 % – при длительности замачивания 20 часов. В работе [4] было установлено, что после замачивания в течении 30 мин в образцах ДВП преобладает свободная влага, а после продолжительного замачивания – гигроскопическая. При увеличении длительности сушки свыше 7 дней наблюдается замедление процесса для образцов с небольшим содержанием гигроскопической влаги, и после сушки в течение 60 суток прочность ДВП составляет 93 % от первоначальной. Для образцов подвергшихся замачиванию в течении 20 часов прочность продолжает восстанавливаться и достигает 82 % от первоначальной.

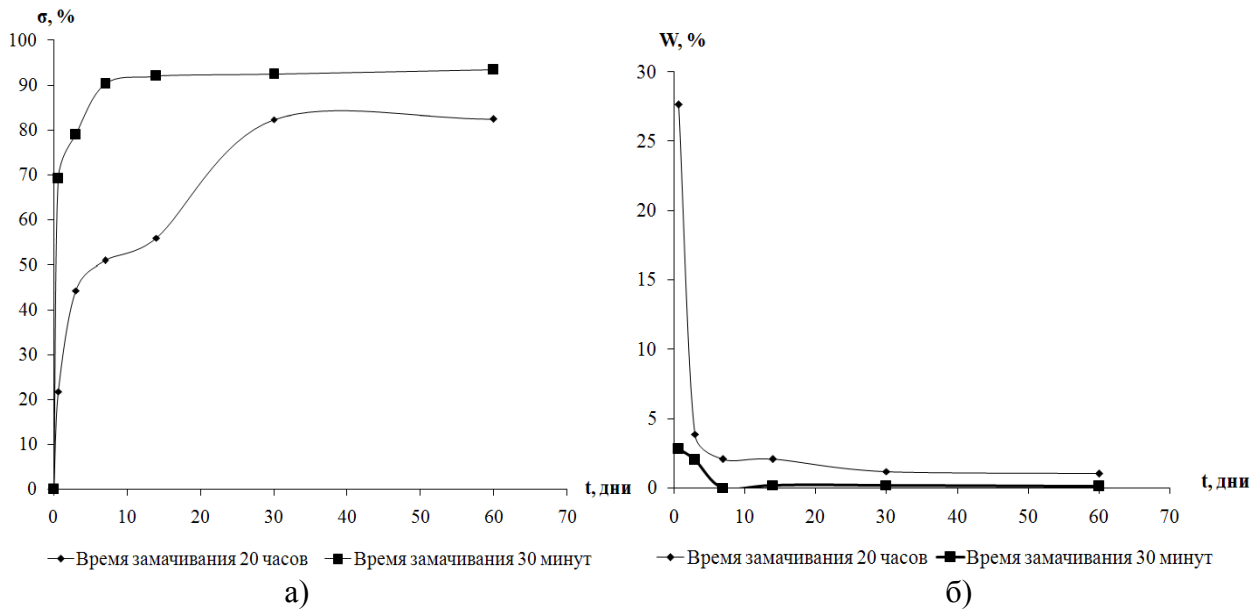


Рисунок 1 – Зависимость прочности (а) и водопоглощения (б) от длительности сушки образцов ДВП, подвергавшихся непрерывному замачиванию [5]

С увеличением продолжительности атмосферной сушки образцов, подвергавшихся действию циклического замачивания, величина остаточной прочности также увеличивается (рис. 2). Так после 7 часов сушки она составила 35 % от первоначальной, а после 7 дней сушки – 73 %. Затем процесс восстановления прочности замедляется и после 30 дней сушки прочность повышается всего на 7 %, достигая величины 80 % от первоначальной. Такое поведение говорит о том, что большая часть гигроскопической влаги удаляется из образцов на 7 сутки.

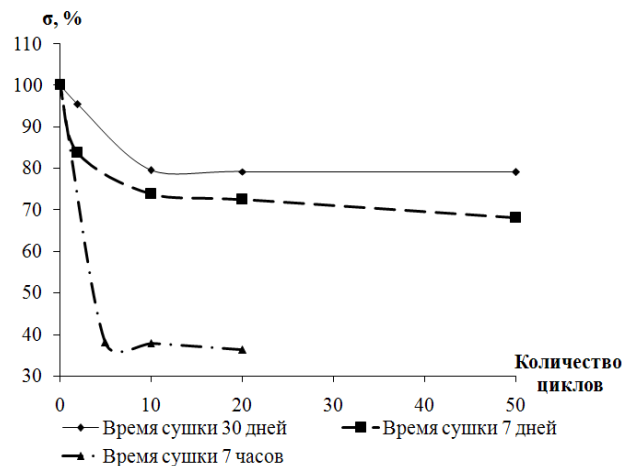


Рисунок 2 – Зависимость прочности ДВП от количества циклов замачивания-высушивания.

Что касается влажности (рис. 1), то интенсивное ее испарение происходит в течение первых 3 дней сушки (влажность составляет 4 % от первоначальной). Затем процесс замедляется и на 7 сутки потеря образцами влаги практически полностью прекращается. После 60 дней сушки влажность образцов превышает первоначальную всего лишь на 1 % (при времени замачивания 20 часов) и 0,1% (при времени замачивания 30 минут). Что касается циклического замачивания, то после 7 часов сушки водопоглощение образцов

составляет 82 %. Как и в предыдущем случае к 7 дням сушки его величина стабилизируется и составляет не более 1 %.

В отличие от натуральной древесины, которая при сушке почти полностью восстанавливает первоначальные размеры, для ДВП характерно сохранение набухания. Объяснить данный факт можно наличием в материале остаточной деформации и снижением компактности материала, вызванное определенными условиями в процессе изготовления плит. При прессовании древесные частицы приближаются друг к другу. При этом работа затрачивается на деформацию частиц (изгиб и сжатие). Эта деформация в процессе прессования становится остаточной. Клеевые связи между древесными частицами препятствуют их отходу друг от друга, фиксируя тем самым форму и размеры. При выдерживании в воде эти связи ослабевают, а так же имеет место распрессовка древесных частиц [6]. Кроме того, поглощаемая древесными частицами вода проникает в пространство между молекулами и раздвигает их, благодаря чему древесные частицы набухают.

Наиболее интенсивно процесс набухания древесноволокнистых плит протекает в первые 7 дней замачивания. При последующей сушке образцы частично уменьшаются в размерах. Так после сушки в течение 1 часа, 4 часов и 7 дней набухание образцов соответственно составляет 35, 34 и 10%. Увеличение продолжительности замачивания до 90 часов на процессе набухания не сказывается. Такое поведение материала объясняется тем, что предел гигроскопичности твердых древесноволокнистых плит достигается уже на 7 день замачивания, а максимальное количество связанной влаги удаляется только после 7 дней сушки.

Скорость набухания древесноволокнистых плит при циклическом замачивании так же неравномерна: в течение первых 10 циклов она больше, а по мере приближения к точке насыщения волокон уменьшается. После 10 циклов замачивания-высушивания с продолжительностью сушки 7 дней набухание образцов составило 26 %, а 30 дней – 13 %. Набухание является обратимым процессом: однако, если сухие плиты ДВП увлажнить до точки насыщения, а затем снова высушить, то их кривые набухания и усушки не совпадут.

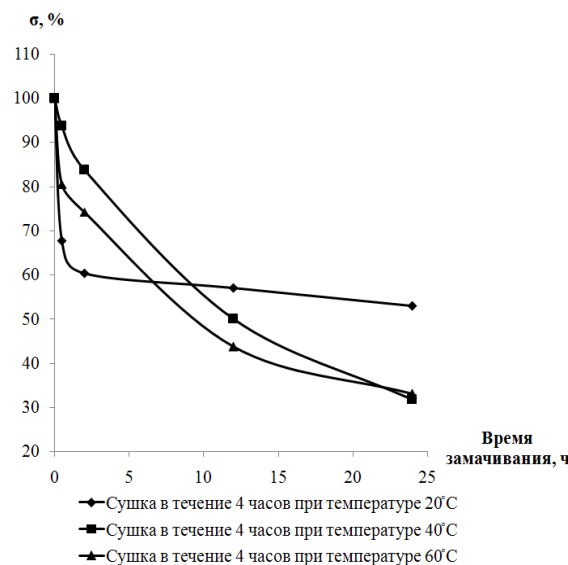


Рисунок 3 – Зависимость прочности от температуры сушки образцов ДВП, подвергавшихся непрерывному замачиванию.

При небольшой продолжительности замачивания образцов (30 мин) с увеличением температуры сушки величина остаточной прочности увеличивается с 68 % (атмосферная сушка) до 84 % (сушка при 40 °С), а затем падает 75 % (сушка при 60 °С) (рис. 3). Снижение прочности в данном случае вызвано тепловым старением образцов. При большой

продолжительности замачивания (20 часов) в материале содержится больше влаги, особенно гигроскопической. При увеличении температуры сушки до 40 °С остаточная прочность падает, достигая 33 % от первоначальной прочности. Это вызвано тем, что при повышении температуры сушки усиливается распесовка материала в целом. Дальнейшее повышение температуры сушки роли не играет.

После атмосферной сушки (20 °С) образцов, подвергшихся циклическому действию воды (продолжительность замачивания 12 и 24 часа), остаточная прочность составила 59 %. Повышение температуры сушки до 40 °С и 60 °С приводит к снижению остаточной прочности до величины 35 % от первоначальной. Данный факт, потери прочности, вызван тем, что под действием температуры в самом материале протекают процессы старения.

Продолжительность сушки при температуре 40 °С и 60 °С практически не влияет на прочность древесноволокнистых плит, подвергающихся действию как непрерывного замачивания, так и циклического.

Заклучение

Сопоставив полученные результаты по изменению прочности и влажности образцов можно сделать следующий вывод. Рост прочности образцов в процессе их атмосферной сушки вызван испарением гигроскопической влаги из стенок клеток наполнителя и говорит о сохранении связей полимер-древесин, т. е. вода действует в большей степени на наполнитель, а не материал в целом.

Для древесноволокнистых плит наиболее эффективна атмосферная сушка. Особенно интенсивно процесс восстановления прочности при данном виде сушки протекает в первые 7 дней. При длительном замачивании образцов (20 часов) продолжительность сушки увеличивается до 30 дней. Ускорить процесс сушки (до 4 часов) в данном случае можно с помощью повышения ее температуры до 40 °С, но при этом теряется порядка 20 % остаточной прочности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: учебное пособие для строительных специальных вузов. М.: Высшая школа, 2004. 701 с.
2. Расаев А.И. Сушка древесины: учебник для проф.-технич. училищ. М.: Высшая школа, 1980. 181 с.
3. Киселева О.А., Ярцев В.П. Физические основы работоспособности строительных материалов из древесины: монография. Тамбов: Изд-во Першина Р. В., 2007. 240 с.
4. Киселева О.А., Груздева Е.А., Белякова Д.С. Влияние воды на прочность и долговечность древесноволокнистых плит // Безопасность строительного фонда России: материалы международных академических чтений РААСН. Курск, 2011. С. 242-247.
5. Груздева Е.А. Влияние продолжительности сушки на механические свойства ламинированных древесноволокнистых плит // Сборник научных статей магистрантов. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2011. Вып. 24. С. 12-13.
6. Мерсов Е.Д. Производство древесноволокнистых плит: учебник. М.: Высшая школа, 1989. 232 с.

REFERENCES

1. Ryb'ev I.A. *Stroitel'noe materialovedenie: uchebnoe posobie dlya stroitel'nykh spetsial'nykh vuzov* [Building materials: textbook for building special schools]. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 2004. 701 p.
2. Rasaev A.I. *Sushka drevesiny: uchebnik dlya prof.-tekhnich. uchilishch* [Drying of wood: a textbook for Prof.-tech. schools]. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 1980. 181 p.

3. Kiseleva O.A., Yartsev V.P. *Fizicheskie osnovy rabotosposobnosti stroitel'nykh materialov iz drevesiny: monografiya* [Physical basis of efficiency of construction materials from wood: monograph]. Tambov: Publishing house Pershin R.V., 2007. 240 p.

4. Kiseleva O.A., Gruzdeva E.A., Belyakova D.S. *Vliyanie vody na prochnost' i dolgovechnost' drevesnovoloknistykh plit* [Effect of water on strength and durability of wood-fiber plates]. *Bezopasnost' stroitel'nogo fonda Rossii: materialy mezhdunarodnykh akademicheskikh chteniy RAASN*. Kursk, 2011, pp. 242-247.

5. Gruzdeva E.A. *Vliyanie prodolzhitel'nosti sushki na mekhanicheskie svoystva laminirovannykh drevesnovoloknistykh plit* [Influence of the duration of drying on the mechanical properties of the laminated wood-fiber plates]. *Sbornik nauchnykh statey magistrantov*. Tambov: Publishing house TGTU, 2011. Vol. 24, pp. 12-13.

6. Mersov E.D. *Proizvodstvo drevesnovoloknistykh plit: uchebnyk* [Manufacture of fibreboard: a textbook]. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 1989. 232 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Киселева Олеся Анатольевна

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Россия, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений».

E-mail: kiseleva_oa@rambler.ru

Kiseleva Olesya Anatolyevna

Tambov State Technical University, Tambov, Russia, Candidate of Technical Science, docent, docent of the «Constructions of buildings and construction» department.

E-mail: kiseleva_oa@rambler.ru

Корреспондентский почтовый адрес и телефоны для контактов с автором:

392008, г. Тамбов, ул. Чичканова, д.68а, кв.18, 89606685075