

А. Н. МИНИН

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ОПИЛОК В МОМЕНТ ПРЕССОВАНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРЕССОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В решении проблемы более рационального использования древесины в народном хозяйстве прессование неиспользуемых измельченных древесных отходов приобретает народно-хозяйственное значение. Между тем, проблема прессования измельченных древесных отходов еще далеко не разрешена и изучена совершенно недостаточно. Влияние основных факторов (влажности измельченной древесины перед прессованием — w , температуры материала в момент прессования — t , величины удельного давления прессования — q и продолжительности выдержки прессуемого материала под действием давления и повышенной температуры — τ) на физико-механические свойства прессованных изделий исследовалось в небольших диапазонах, что не позволило выявить влияние указанных факторов на физико-механические свойства изделий в более широких диапазонах и на их основе установить закономерности процесса прессования и рекомендовать промышленности оптимальные режимы для получения водостойких и неводостойких прессованных изделий.

За последние годы в Белорусском лесотехническом институте были проведены исследования по определению влияния основных факторов на физико-механические свойства прессованных изделий. В данной статье приводятся исследования влияния влажности опилок в момент прессования на следующие физико-механические свойства изделий: предел прочности при статическом изгибе и сжатии, объемный вес, водопоглощение, влагопоглощение и разбухание прессованных изделий.

а. Влияние влажности опилок перед их загрузкой в пресс-форму на предел прочности изделий при статическом изгибе и сжатии ясно видно на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что величина предела прочности изделий при статическом изгибе и сжатии в значительной степени зависит от влажности опилок перед загрузкой их в пресс-форму. Причем как высокая, так и низкая влажность опилок понижают прочность изделий. При снижении влажности опилок

ниже 8% наступает понижение прочности прессованных изделий. При влажности опилок от 20% и более и выдержке прессматериалов под давлением 30 секунд изделия получают с большими трещинами, которые в значительной степени ослабляют прочность последних.

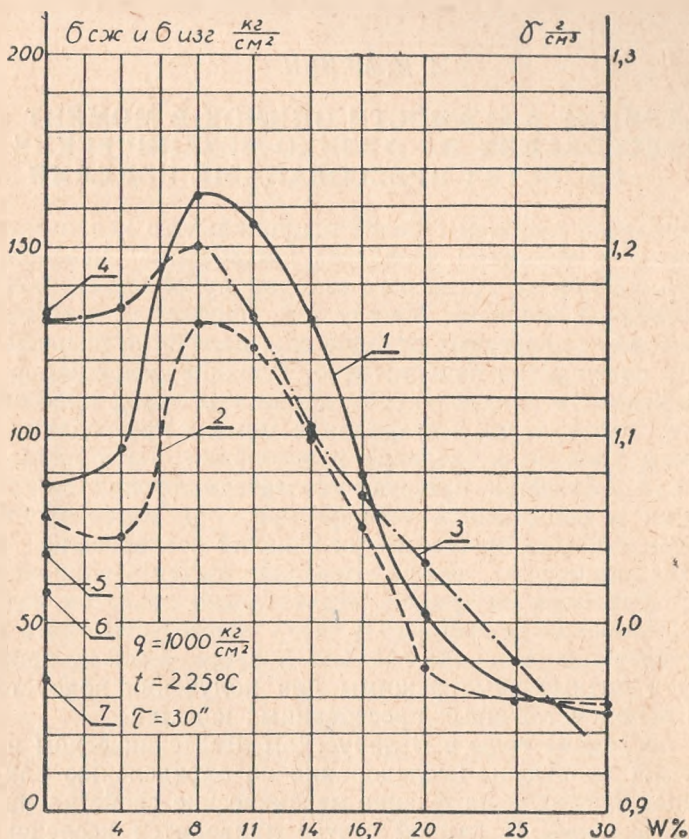


Рис. 1

График зависимости предела прочности и объемного веса прессованных изделий от влажности опилок в момент прессования. 1 и 2—предел прочности изделий при статическом изгибе и сжатии; 3—обозначенный вес прессованных изделий; 4 и 5—предел прочности древесины сосны при сжатии в танген и радиальном направлении; 6 и 7—то же при статическом изгибе.

Из условий наибольшей прочности изделий влажность опилок 6—12%, перед загрузкой их в прессформу является оптимальной, в чем можно убедиться при анализе графика на рис. 1.

Следует отметить, что оптимальная влажность 6—12% рекомендуется: а) кандидатом технических наук И. А. Шей-

Данным [1] для пьезотермической обработки шпона при производстве ДСП; б) при брикетировании измельченной древесины М. И. Равиковичем, проф. А. Н. Песоцким, ЦНИИМЭ, А. В. Кторовым [2] и многими другими исследователями, хотя брикеты ими были получены при температурах, не превышающих 130°C.

б) Влияние влажности опилок перед их прессованием на объемный вес прессованных изделий представлено кривой 3 (рис. 1).

Как видно из кривой 3 (рис. 1), с изменением объемного веса изделий изменяется их объемный вес по тем же закономерностям и предел прочности их при статическом изгибе и сжатии. Некоторое отступление от указанного сходства в изменении объемного веса наблюдается при влажности опилок 25 и 30%. Это объясняется тем, что изделия, полученные из опилок, с этой влажностью имели больше пузырей и трещин, что более резко влияло на понижение объемного веса, чем на снижение прочности прессованных изделий.

Оптимальной влажностью опилок перед их прессованием, с точки зрения получения максимального объемного веса изделий при времени выдержки под давлением 30 секунд, следует считать влажность в пределах 6—12%.

Уменьшение прочности и объемного веса прессованных изделий при понижении влажности ниже 8% объясняется увеличением сил внутреннего трения в более сухой древесине, которые уменьшают полную, а следовательно и пластическую деформацию и снижают плотность и прочность готового продукта.

По мере понижения межмицеллярной влаги мицеллы сближаются с повышением сил взаимного притяжения, наполнитель целлюлозного скелета все более затвердевает, все больше ощущается недостаток воды для гидролиза целлюлозы и гемацеллюлоз, в результате чего увеличиваются силы внутреннего трения и лучше сохраняются упругие свойства целлюлозного скелета древесины.

Уменьшение прочности и объемного веса изделий при увеличении влажности опилок от 8%¹ и выше объясняется наличием больших и малых трещин и пузырей в изделиях, а также повышенной упругостью древесины. Причина образования трещин заключается в следующем. Под влиянием сравнительно высокой температуры (180°) находящаяся в древесине влага должна испариться. Однако если сама древесина находится при этом под давлением 1000 кг/см², то значительная часть влаги, не имея выхода, находится в жидком состоянии с высоким теплосодержанием. При освобождении прессматериалов от внешнего давления указанная влага полностью или частично превращается в пар и производит при этом большую работу, вызывающую разрушение прессован-

ных изделий. Чем выше температура нагрева опилок и их влажность, меньше время выдержки прессматериала под давлением и быстрее снижается давление, тем больше сказывается разрушительное действие паров воды.

Увеличение влажности древесины не всегда повышает упругость спрессованной древесины, в момент снятия внешнего давления прессования.

В процессе прессования опилок при температуре 20°C с увеличением межмицеллярной влаги в древесине упругая деформация увеличивается, а пластическая уменьшается.

Нагрев древесины распариванием, по данным профессора П. Н. Хухрянского [3], резко увеличивает упругую и уменьшает пластическую деформации.

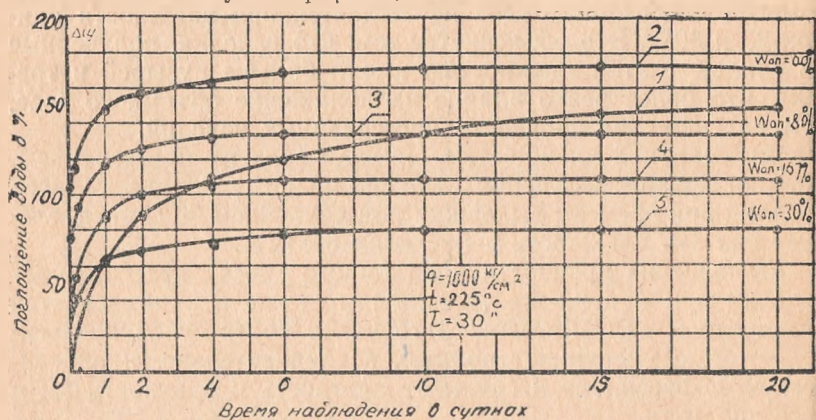


Рис. 2

График водопоглощения: 1—древесины сосны; 2, 3, 4 и 5—спрессованных изделий.

При нагреве древесины без пропарки и длительном процессе прессования, по мере повышения межмицеллярной влаги упругие деформации уменьшаются, пластические увеличиваются. Увеличение пластических деформаций в этом случае осуществляется как за счет увеличения полной, так и за счет уменьшения упругой деформаций.

Увеличение полной деформации является следствием того, что при прессовании более влажной древесины (имеется в виду межмицеллярная влага) силы внутреннего трения меньше, чем при прессовании более сухой.

Уменьшение упругой деформации при прессовании более влажных опилок, но при длительной выдержке под давлением и температурой, объясняется тем, что за время длительного действия тепла силы внутреннего трения в спрессованной древесине увеличиваются.

Возможность и экономическая целесообразность получения более плотного и прочного спрессованного материала из

более влажной измельченной древесины при длительной выдержке под давлением и температурой представляет значительный теоретический и практический интерес и изучается нами в других работах [4].

в. Влияние влажности опилок на водопоглощение прессованных изделий можно проследить при сравнении кривых водопоглощения 2, 3, 4 и 5, представленных на рис. 2, и кривых 1, 2 на рис. 3.

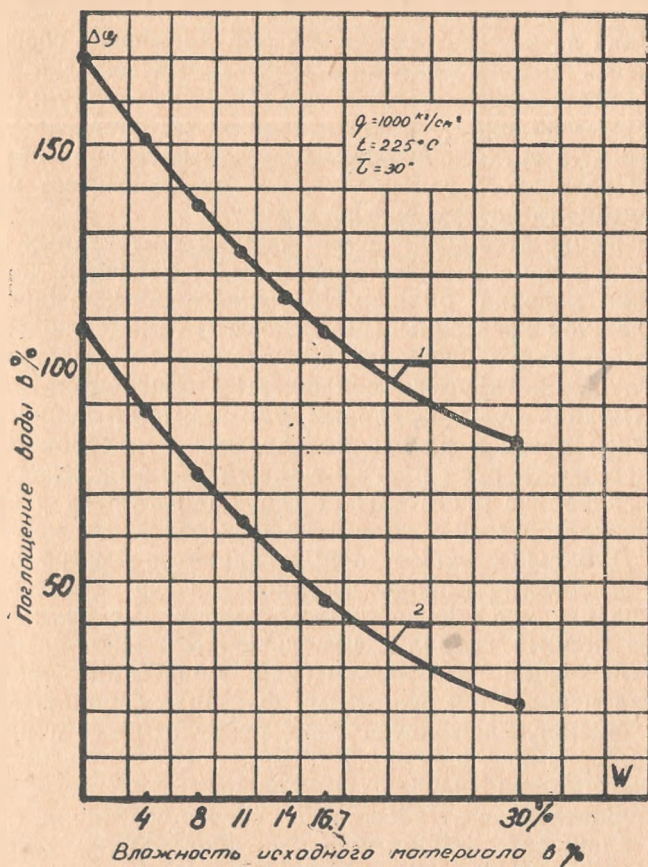


Рис. 3

График зависимости водопоглощения прессованных изделий от влажности прессуемых опилок; 1—за 20 суток пребывания изделий в воде; 2—за 30'.

При анализе указанных графиков видно, что чем больше гигроскопической влаги в опилках перед их прессованием, тем меньше водопоглощение изделий, определяемое от абсолютно сухого состояния. Аналогичная закономерность получе-

на и при пьезотермической обработке березового шпона кандидатом технических наук И. А. Шейдиным [1].

При сравнении кривой водопоглощения сосны 1 (рис. 2) с кривыми водопоглощения прессованных изделий 2, 3, 4 и 5 видно, что водопоглощение последних в первый период более интенсивное, чем водопоглощение цельной древесины. Предельное же водопоглощение прессованных изделий, полученных из опилок с влажностью 8% и более, меньше, чем у цельной древесины сосны. Водопоглощение изделий, полученных из опилок влажностью 0,0%, за 20 суток больше, чем водопоглощение за тот же период цельной древесины сосны.

Скорость водопоглощения прессованных изделий максимальна в первые сутки погружения образцов в воду и особенно за первые 30 минут. Водопоглощение их почти прекращается на 6—7-е сутки, считая от момента опускания образцов в воду. Предельного водопоглощения они достигают на 10-е сутки с момента погружения их в воду.

Уменьшение водопоглощения изделий, полученных из более влажной измельченной древесины, в пределах до точки насыщения волокна, объясняется значительным гидролизом более влажной древесины (целлюлозы и гемицеллюлоз) при прессовании ее в нагретом виде в замкнутом пространстве. Более глубокий гидролиз целлюлозы уменьшает возможности впитывания воды изделиями, так как впитывание гигроскопической влаги и разбухание древесины в основном связано с проникновением влаги между мицеллами целлюлозы.

При гидролизе растительной ткани образуются растворимые и нерастворимые в воде и водных растворах кислот вещества. Дубильные вещества при гидролизе быстро превращаются в вещества типа флобафенов, обычно нерастворимые в воде, но дающие иногда стойкие коллоидные растворы.

Более полный гидролиз измельченной влажной древесины и дальнейшая пьезотермическая обработка продуктов гидролиза и являются основными факторами, понижающими водопоглощение, влагопоглощение, разбухаемость и распрессовку прессованных изделий.

г. Влагопоглощение (гигроскопичность) прессованных изделий, определенное от абсолютно сухого состояния, с повышением влажности опилок перед их прессованием имеет незначительную тенденцию к понижению, что видно на рис. 4.

Интенсивность влагопоглощения изделий за первые сутки почти одинакова с влагопоглощением цельной древесины сосны (кривая 1 рис. 4). За вторые, третьи, четвертые и пятые сутки скорость водопоглощения их также еще велика, но она меньше скорости влагопоглощения цельной древесины сосны. Влагопоглощение же исходного материала—опилок (кривая 2 рис. 4)—в первые трое суток более интенсивно, чем влагопоглощение цельной древесины сосны. Однако после трех

суток влагопоглощение опилок отстает от цельной древесины сосны. Такое явление при влагопоглощении опилок в первый период можно объяснить тем, что верхние слои опилок имеют больше относительных торцевых поверхностей, чем цельная древесина, которые более интенсивно поглощают пары воды. Во второй период при толщине слоя опилок 15 мм передача влаги от поверхностных слоев внутренним задерживается в силу прерывности долевых слоев и отсутствия непрерывных капилляров.

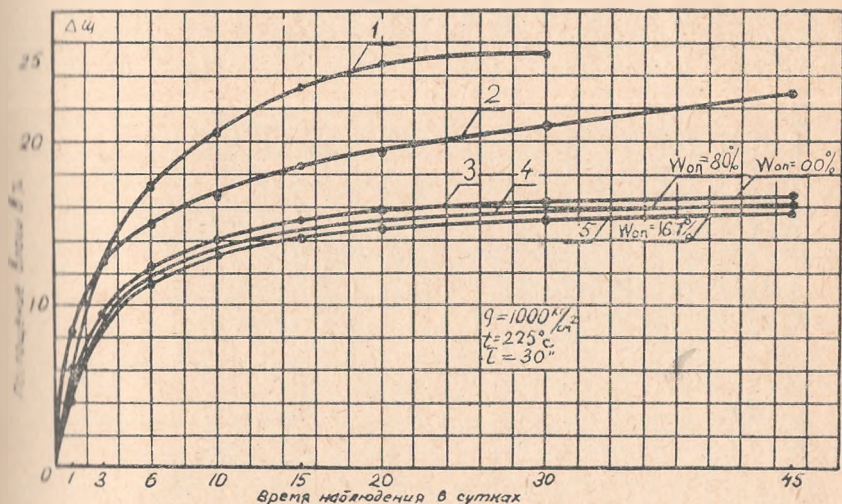


Рис. 4
Влагопоглощение: 1—древесины сосны; 2—сосновых опилок и 3, 4 и 5—прессованных изделий.

При сравнении кривой 2 с кривыми 3, 4 и 5 (рис. 4) видно, что пьезотермическая обработка опилок в значительной степени уменьшила скорость влагопоглощения. Влагопоглощение прессованных изделий ($w=8\%$) за 45 суток пребывания образцов в эксикаторе с относительной влажностью воздуха $\psi=98-100\%$ и при $t=20\pm 2^\circ\text{C}$ составило 16,0%, а опилки — 22,9%. При этом влагопоглощение изделий к 45 суткам пребывания в эксикаторе достигло своего предельного значения, тогда как влагопоглощение опилок продолжает увеличиваться и за 154 суток составило 26,6%. Уменьшение влагопоглощения изделий, получаемых из более влажной измельченной древесины, объясняется глубоким гидролизом влажной древесины при ее прессовании, о чем указано выше.

д. Разбухание прессованных изделий по толщине ΔS , ширине ΔB , длине Δl и объеме ΔV , определенное от абсолютно сухого состояния, представлено графиками на рис. 5, 6, 7 и 8. На указанных графиках видно, что с повышением влажности

опилок перед загрузкой их в пресс-форму величина разбухания изделий имеет незначительную тенденцию к понижению. Скорость разбухания в первые 10—15 суток довольно большая, затем она постепенно понижается и к 45 суткам пребывания образцов в эксикаторе с относительной влажностью 98—100% при $t=20 \pm 2^\circ\text{C}$ оказывается совершенно незначительной.

Разбухание образцов в виде кубиков, полученных из стандартных брусков длиной 120 и шириной 15 мм в различных направлениях по отношению к плоскости прессования, неодинаково. Более значительное разбухание их наблюдается по толщине, меньшее по ширине и еще меньшее по длине. Так, например, разбухание образцов по толщине (рис. 5) за 45

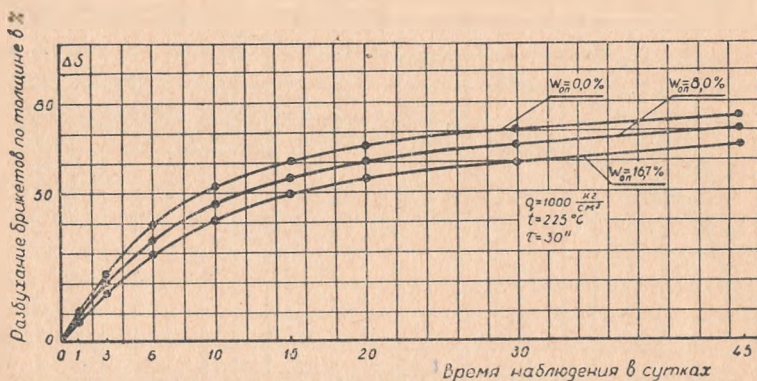


Рис. 5
Разбухание изделий по толщине при влагопоглощении.

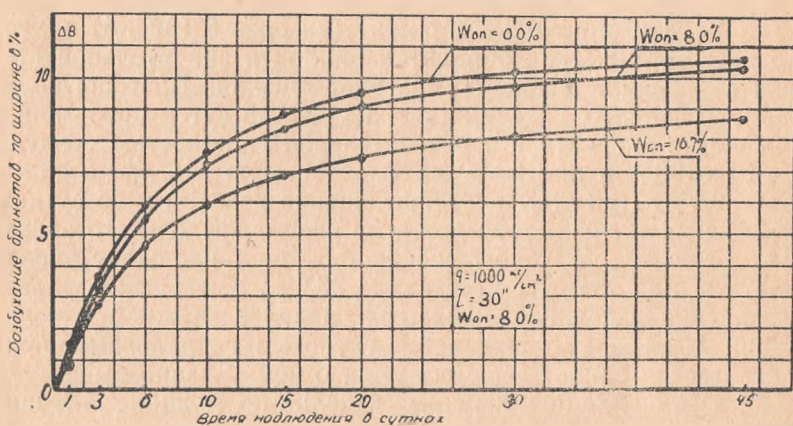


Рис. 6
Разбухание изделий по ширине при влагопоглощении.

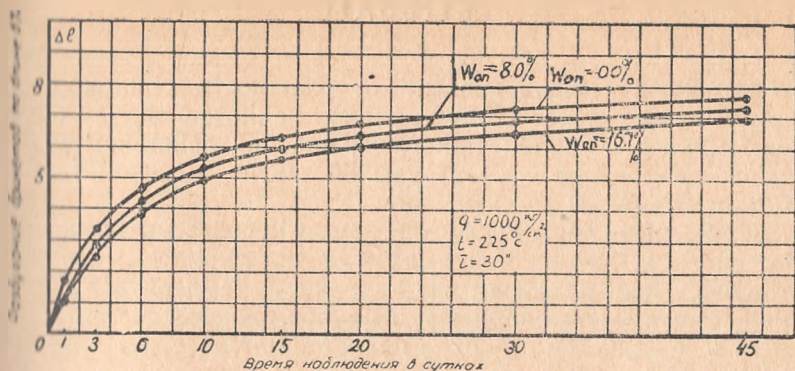


Рис. 7
Разбухание изделий по длине при влагопоглощении.

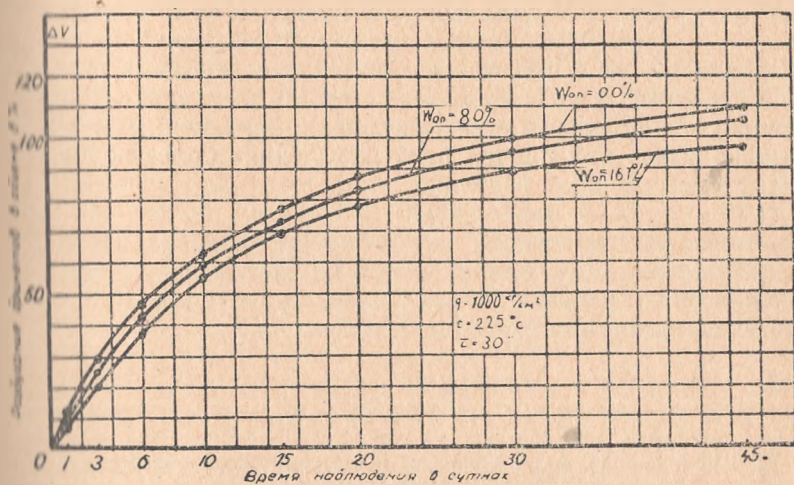


Рис. 8
Разбухание изделий в объеме при влагопоглощении.

суток пребывания в эксикаторе в 7 раз больше, чем разбухание их по ширине (рис. 6) и в 10 раз—по длине (рис. 7). Такая разница в разбухании образцов объясняется тем, что по толщине происходит не только разбухание древесины, но и распрессовка их. В остальных направлениях (по ширине и длине) распрессовка совершенно незначительна. Если бы образец прессовался с одинаковой степенью сжатия во всех направлениях, тогда бы этого явления не наблюдалось.

Однако всестороннее сжатие при прессовании измельченной древесины технически представляет определенные трудности и в производственных условиях не применяется.

ВЫВОДЫ

1. Прочность и объемный вес прессованных изделий в значительной степени зависят от влажности опилок перед загрузкой их в пресс-форму, причем как высокая, так и низкая влажность опилок при выдержке под действием давления и повышенной температуры 30 секунд понижают прочность и объемный вес изделий.

Из условия наибольшей прочности и более высокого объемного веса изделий при выдержке прессуемого материала под действием давления и повышенной температуры 30 секунд оптимальной влажностью опилок, рекомендуемой от 10 до 12% и допустимой—20%, является влажность в пределах от 8 до 12%.

2. Водопоглощение, влагопоглощение, разбухание и распрессовка изделий, определенные от абсолютно сухого состояния, уменьшаются с увеличением влажности опилок перед загрузкой их в пресс-форму в пределах от 0 до 30%, так как при большей влажности опилок более полно протекает гидролиз нагретой древесины. При более глубоком гидролизе целлюлозы и гемицеллюлоз уменьшаются упругие и увеличиваются полные и пластические деформации, что позволяет получить при прочих равных условиях более водоустойчивые прессованные изделия.

3. Из условий наибольшей прочности, более высокого объемного веса и лучшей водоустойчивости изделий рекомендуемой влажностью опилок перед их прессованием является влажность в пределах 10—12%. Пересушка опилок технологически и экономически нецелесообразна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шейдин И. А. К вопросам пьезотермической обработки березового шпона. Диссертация, ЛТА, 1950.

2. Минин А. Н. Исследование влияния основных факторов на физико-механические свойства брикетов из опилок хвойных пород без добавления вяжущих или желатинирующих веществ с целью выявления оптимальных промышленных режимов брикетирования. Диссертация, БЛТИ, 1956.

3. Хухрянский П. Н. Прочность древесины, Гослесбумиздат, 1955.

4. Минин А. Н. О плитах из древесных отходов, изготовленных без вяжущих веществ. Журнал «Деревообрабатывающая промышленность» № 2, 1957.