
А. Н. МИНИН
кандидат техн. наук

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДЕФОРМАЦИИ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Брикетирование измельченной древесины является весьма сложным физико-химическим процессом, протекающим при предварительном нагреве и пьезотермической обработке ее в замкнутом пространстве. Важнейшими физическими явлениями, происходящими при этом, являются ее деформации.

С целью изучения закономерностей деформирования измельченной древесины в процессе пьезотермической обработки ее в замкнутом пространстве за последние годы в Белорусском лесотехническом институте была проведена исследовательская работа по определению влияния основных факторов (влажности исходного материала — $\omega_{он}$; температуры брикетируемого материала во время прессования — t ; величины удельного давления прессования — q ; длительности выдержки пресс-материала под действием давления и повышенной температуры — τ) на полную, упругую и пластическую деформации при прессовании сосновых опилок в закрытой пресс-форме. Некоторые данные из указанной работы приводим в настоящей статье.

Влияние гигроскопической влаги измельченной древесины на полную, упругую и пластическую деформации и характер кривых сжатия и разгрузки наглядно показаны на рис. 1 и 3.

По взаимному расположению кривых рис. 1 и 3 видно, что с увеличением гигроскопической влаги измельченной древесины в пределах от 8 до 30% полная относительная деформация увеличивается, причем увеличение деформации происходит у древесины с комнатной температурой за счет упругой ее части (рис. 3), а у нагретой — за счет пластической деформации (рис. 1).

Увеличение полной, упругой и уменьшение пластической деформации при прессовании измельченной древесины влажностью

30% и комнатной температуре по сравнению с деформациями при прессовании такой же измельченной древесины влажностью 8,0% и прочих равных условиях объясняется снижением сил внутреннего трения при прессовании более влажной древесины.

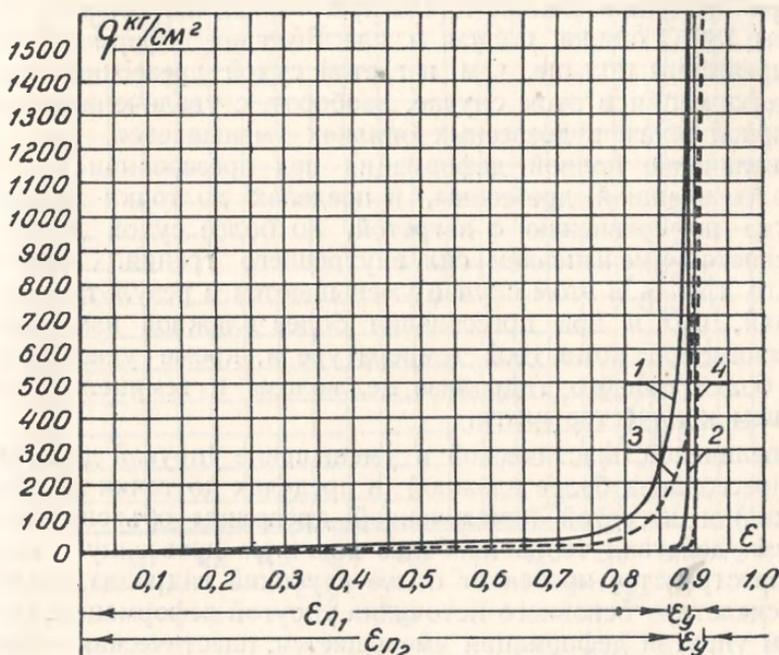


Рис. 1. График зависимости относительной объемной деформации ϵ от удельного давления прессования опилок при $t = 180^\circ\text{C}$; $\tau = 0$, $\gamma_k = 0,174 \text{ г/см}^3$. 1 — сжатие опилок при $w_{\text{оп}} = 8,0\%$; 2 — снятие давления при $w_{\text{оп}} = 8,0\%$; 3 — сжатие опилок при $w_{\text{оп}} = 30,0\%$; 4 — снятие нагрузки при $w_{\text{оп}} = 30,0\%$.

С увеличением толщины слоя межмицеллярной влаги коэффициент внутреннего трения у древесины понижается и мицеллы становятся более подвижными. С увеличением толщины слоя межмицеллярной влаги уменьшаются и силы взаимного притяжения между мицеллами. Кроме указанного, у влажной древесины наполнитель целлюлозного скелета — лигнин, гемицеллюлозы и др. — находится в более размягченном состоянии. Все это понижает силы внутреннего трения, что способствует увеличению полной и упругой деформации, так как для перемещения частиц наполнителя более влажной древесины требуется меньшее усилие. При прессовании опилок при комнатной температуре полная деформация протекает за счет деформирования целлюлозного скелета, сдвига и перемещения наполнителя этого скелета. При снятии давления прессования при малых силах внутреннего трения целлюлозный скелет восстанавливает свою первоначальную форму за счет сил упругости целлюлозы, увлекает при этом

за собою размягченный наполнитель. Поэтому чем больше будет межмицеллярной влаги и лучше будет размягчен наполнитель целлюлозного скелета в момент прессования, тем больше будет полная деформация, а в момент снятия давления и упругая деформация.

При продолжительном цикле прессования нагретых до температуры 180°C опилок полная и пластическая деформации влажной древесины больше, чем нагретой сухой древесины, а упругая деформация в этом случае, наоборот, с увеличением межмицеллярной влаги в древесных опилках уменьшается.

Увеличение полной деформации при прессовании нагретой, но более влажной древесины, в пределах до точки насыщения волокна по сравнению с нагретой, но более сухой древесиной объясняется уменьшением сил внутреннего трения. Силы внутреннего трения в этом случае уменьшаются в результате тех же явлений, что и при прессовании более влажной измельченной древесины при комнатной температуре и, кроме указанного, за счет более полного гидролиза целлюлозы и гемицеллюлоз при большем количестве влаги.

Увеличение пластической и уменьшение упругой деформации при прессовании более влажной (в пределах до точки насыщения волокна) и нагретой измельченной древесины объясняется тем, что при действии тепла на более влажную древесину в замкнутом пространстве протекает более глубокий гидролиз целлюлозного скелета — основного источника упругой деформации. В связи с этим упругая деформация уменьшается, пластическая — растет. Кроме указанного, пластическая деформация растет в этом случае и за счет роста полной деформации.

Из изложенного следует, что влияние связанной влаги, находящейся в древесине, на полную, упругую и пластическую деформации неодинаково и в значительной степени зависит от температуры измельченной древесины в момент прессования.

Степень влияния нагрева измельченной древесины на полную, упругую и пластическую деформации можно установить при анализе графика рис. 2.

По взаимному расположению кривых на указанном рисунке видно, что при прессовании древесных опилок в нагретом виде полная и пластическая деформации увеличиваются, упругая — уменьшается по сравнению с деформациями тех же опилок, спрессованных при комнатной температуре. Увеличение полной деформации при прессовании нагретых опилок объясняется тем, что с повышением температуры опилок до периода наибольшей текучести пресс-материала понижаются силы внутреннего трения между брикетируемыми частицами, уменьшается сопротивление при их уплотнении. Понижение сил внутреннего трения является следствием физико-химических процессов, протекающих в период предварительного нагрева и в момент прессования опилок в на-

грстой пресс-форме до периода наибольшей текучести материала. Важнейшими из них являются:

а) понижение вязкости смол, выполняющих роль смазки и затем связующего между брикетируемыми частицами;

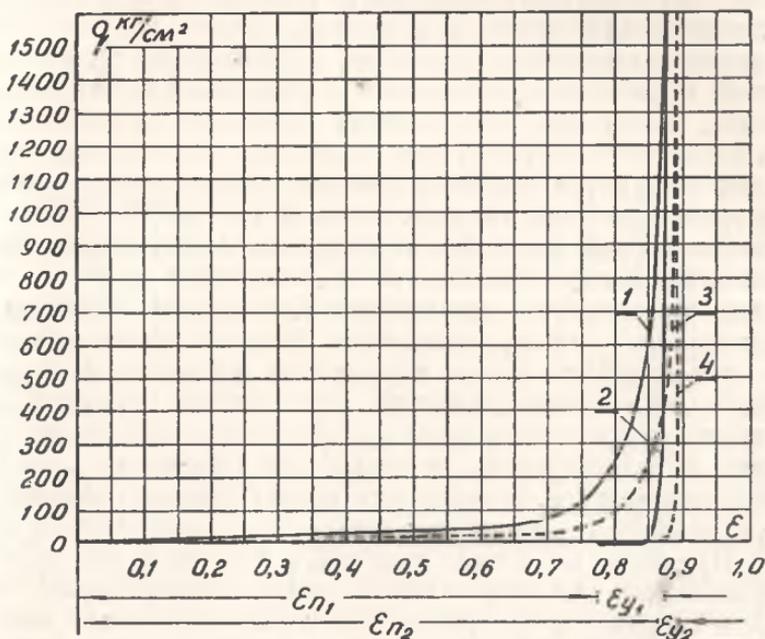


Рис. 2. График зависимости относительной объемной деформации ϵ от удельного давления прессования опилок при $\omega_{оп} = 8,0\%$, $\tau = 0$, $\gamma_k = 0,174 \text{ г/см}^3$. 1 — сжатие опилок при $t = 20^\circ\text{C}$; 2 — снятие нагрузки при $t = 20^\circ\text{C}$; 3 — сжатие опилок при $t = 180^\circ\text{C}$; 4 — снятие нагрузки при $t = 180^\circ\text{C}$.

б) размягчение наполнителя целлюлозного скелета — лигнина, гемицеллюлоз и других аморфных веществ, снижающих при этом сопротивление древесины сжатию;

в) гидролиз древесины (гемицеллюлоз и целлюлозы) и образование моносахаридов, улучшающих пластические свойства древесины;

г) пирогенетическое разложение древесины и происходящие при этом химические процессы, главным образом, вторичные реакции полимеризации и конденсации с образованием при этом синтетических смол, пека и других продуктов, в значительной степени повышающих пластические свойства древесины, и т. д.

Увеличение пластической и уменьшение упругой деформаций при снятии давления после периода наибольшей текучести пресс-материала объясняется увеличением сил внутреннего трения, в какой-то степени гидролизом целлюлозного скелета и соответствующей потерей им упругих свойств.

Увеличение сил внутреннего трения при длительном прессовании нагретого материала за периодом наибольшей текучести пресс-материала вызвано повышением коэффициента внутреннего трения и увеличением сил взаимного притяжения между элементарными частицами при сближении их до $(P_{\text{пр}} - P_{\text{от}})_{\text{тах}}$ (см. рис. 6). Повышение коэффициента внутреннего трения является следствием физико-химических процессов, происходящих при пьезотермической обработке измельченной древесины в замкнутом пространстве, частичного или полного испарения межмицеллярной влаги, карамелизации продуктов гидролиза, полимеризации и конденсации продуктов пирогенетического разложения древесины и получения при этом твердых веществ и т. д.

Увеличение сил взаимного притяжения между элементарными частицами брикетируемого материала, в пределах до $(P_{\text{пр}} - P_{\text{от}})_{\text{мак}}$ (см. рис. 6), является результатом уменьшения толщины слоя межмицеллярной влаги, сближения мицелл древесины между собою и заполнения пустот продуктами гидролиза и пирогенетического разложения древесины. Заполненные пустоты между частицами пластифицирующим продуктом полимеризации и конденсации, затвердевающим не только при охлаждении, но и при высокой температуре, приобретает исключительно большое значение в снижении упругой и в увеличении пластической деформации. Продукты вторичных реакций, в том числе пек и другие, при прессовании образуют пленки между элементарными частицами брикетируемого материала. Стабильность брикетов, имеющих неоднородную структуру, обусловлена не только силами когезии (прочность вяжущего вещества), но также силами адгезии, действующими между связующим и наполнителем. В начальный период нагревания внутренние связующие вещества под действием температуры и давления переходят из беспорядочного состояния в ориентированное состояние тонких пленок, связывающих брикетируемые частицы в одно целое. Чем тоньше будут пленки между брикетируемыми частицами, тем прочнее будет брикет. Этого можно достигнуть при применении более высокого удельного давления прессования и снижением вязкости внутренних вяжущих веществ в момент прессования. Снижения вязкости внутренних вяжущих веществ можно достигнуть путем нагрева их до температуры наибольшей текучести пресс-материала или применения пластификатора.

При анализе графика (рис. 3) видно, что совместное действие тепла и межмицеллярной влаги при снятии давления за пределом наибольшей текучести пресс-материала оказывает более существенное влияние на увеличение полной и пластической и на уменьшение упругой деформации. Это явление может быть объяснено следующим образом: во-первых, при большем количестве межмицеллярной влаги резко снижаются силы внутреннего трения, что способствует росту полной деформации в процессе прессования; во-вторых, при большем количестве влаги более

полно протекает гидролиз древесины, который увеличивает полную и пластическую и уменьшает упругую деформации прессованных опилок, так как при гидролизе разрушается целлюлозный скелет — источник упругой деформации; в третьих, во время прессования влажного и нагретого материала имеют место все изложенные выше физико-химические процессы (стр. 299), способствующие увеличению полной и пластической и уменьшению упругой деформации.

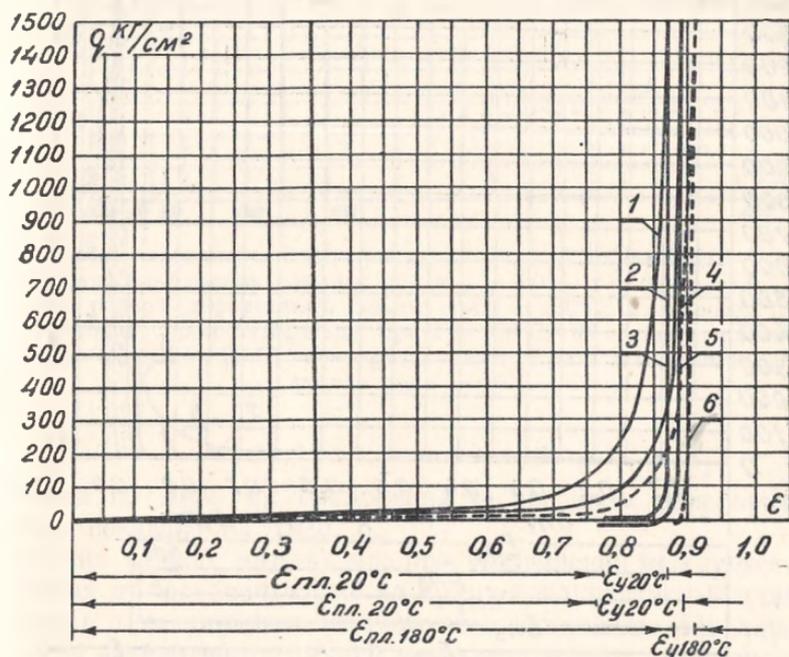


Рис. 3. График зависимости относительной объемной деформации — ϵ от удельного давления прессования опилок при $\tau = 0,0$, $\gamma_n = 0,174$ г/см³. 1 — сжатие опилок при $t = 20^\circ\text{C}$, $\omega_{\text{оп}} = 8,0\%$; 2 — снятие нагрузки при $t = 20^\circ\text{C}$, $\omega_{\text{оп}} = 8,0\%$; 3 — сжатие опилок при $t = 20^\circ\text{C}$, $\omega_{\text{оп}} = 30,0\%$; 4 — снятие нагрузки при $t = 20^\circ\text{C}$, $\omega_{\text{оп}} = 30,0\%$; 5 — сжатие опилок при $t = 180^\circ\text{C}$, $\omega_{\text{оп}} = 30,0\%$; 6 — снятие нагрузки при $t = 180^\circ\text{C}$, $\omega_{\text{оп}} = 30,0\%$.

Полные, упругие и пластические деформации в значительной степени зависят от применяемого удельного давления прессования. В этом можно убедиться при анализе графика на рис. 4.

Из приведенных данных видно, что полная, упругая и пластическая деформации по мере роста удельного давления прессования увеличиваются. Особенно значительный рост полной и пластической деформаций наблюдается при увеличении удельного давления прессования от 0 до 30 кг/см². Интенсивный рост полной и пластической деформаций наблюдается и при увеличении

удельного давления прессования в пределах от 30 до 300 кг/см². При дальнейшем увеличении удельного давления от 300 кг/см² и выше рост полной и пластической деформаций резко понижается. Это важное явление должно быть непременно учтено при конструировании брикетировочных прессов и при разработке

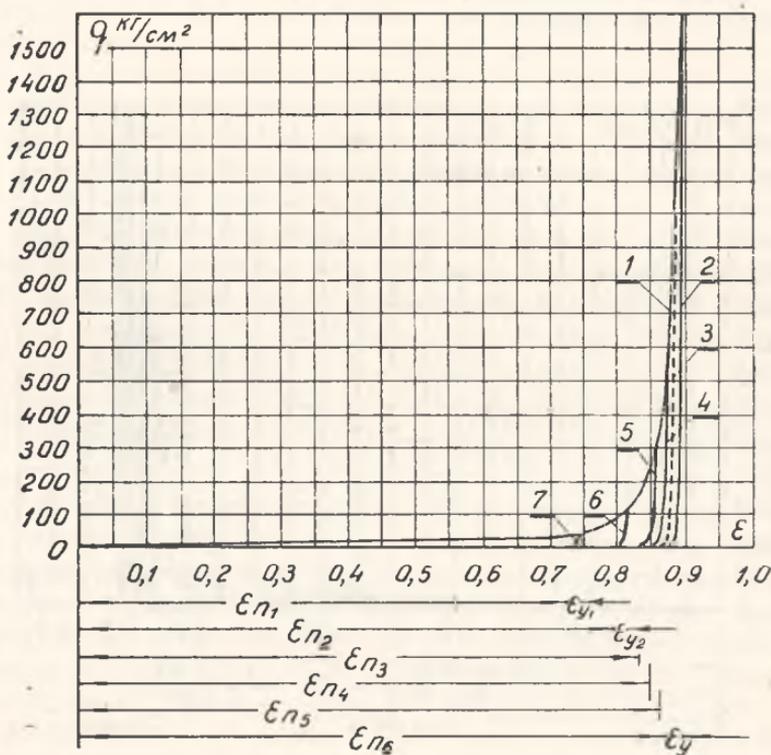


Рис. 4. График зависимости относительной объемной деформации — ϵ от удельного давления прессования опилок при $\omega_{оп} = 8,0\%$, $\tau = 0,0$, $t = 180^\circ\text{C}$, $\gamma_n = 0,174 \text{ г/см}^3$. 1 — сжатие опилок до $q = 1500, 1000, 500, 300, 100$ и 30 кг/см^2 ; 2 — снятие нагрузки от $q = 1500$ до 0 кг/см^2 ; 3 — от 1000 до $0,0 \text{ кг/см}^2$; 4 — от 500 до $0,0 \text{ кг/см}^2$; 5 — от 300 до $0,0 \text{ кг/см}^2$; 6 — от 100 до $0,0 \text{ кг/см}^2$; 7 — от 30 до $0,0 \text{ кг/см}^2$.

технологии производства брикетов и изоляционно-отделочных плит из измельченной древесины. По мере роста удельного давления прессования пластическая деформация растет медленнее, чем полная деформация, так как упругая деформация при этом растет быстрее, чем полная деформация. На рис. 5 расстояние между кривыми 1 и 2 по ординате соответствует величине упругой относительной деформации. Здесь наглядно видно отставание роста пластической деформации от полной за счет более интенсивного нарастания упругой деформации.

Относительное увеличение упругой деформации по мере роста удельного давления прессования можно объяснить резким нарастанием внутренних сил отталкивания между элементарными

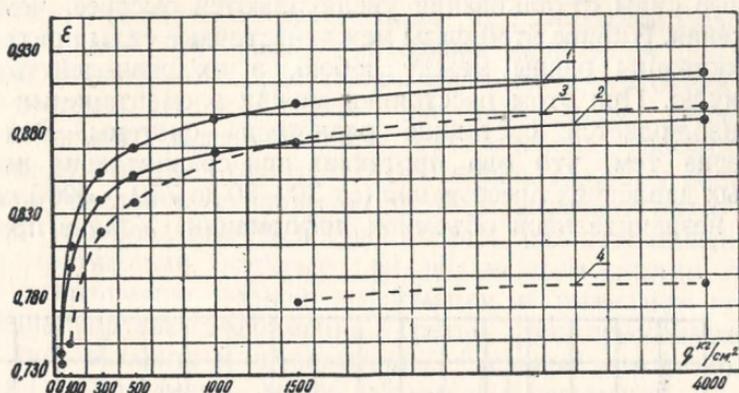


Рис. 5. График зависимости относительной объемной деформации ϵ от удельного давления прессования опилок при $\omega_{\text{оп}} = 8,0\%$, $\tau = 0,0$, $\gamma_{\text{н}} = 0,174 \text{ г}/\text{см}^3$. 1 — кривая полной деформации опилок при $t = 180^\circ\text{C}$; 2 — кривая пластической деформации пресс-материала при $t = 180^\circ\text{C}$; 3 — кривая полной деформации опилок при $t = 20^\circ\text{C}$; 4 — кривая пластической деформации пресс-материала при $t = 20^\circ\text{C}$.

частицами по мере их сближения за пределом равновесия, что наглядно показано на рис. 6.

Из этих данных видно, что при уменьшении междучастичного расстояния от бесконечности до нуля междучастичные силы притяжения и отталкивания изменяются неодинаково. По характеру изменения равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания процесс прессования материала в закрытой пресс-форме можно разделить на следующие три фазы:

Первая фаза прессования начинается с момента приложения давления к пресс-материалу. Эта фаза характерна тем, что при первоначальном сближении частиц прессуемого материала силы притяжения растут быстрее, чем силы отталкивания. Поэтому в этой фазе междучастичные силы притяжения преобладают над силами отталкивания, причем их равнодействующая имеет положительное значение и по мере сближения частиц до определенного момента увеличивается (рис. 6). В конце этой фазы положительная равнодействующая достигает своего максимума. Преобладание сил притяжения над силами отталкивания способствует росту полной и пластической и уменьшению упругой деформаций. В этой фазе сближение элементарных частиц протекает при сравнительно небольших удельных давлениях прессования (до $30 \div 50 \text{ кг}/\text{см}^2$), но при значительной объемной деформации.

Вторая фаза прессования материала начинается с момента достижения максимума положительной равнодействующей. Эта фаза характерна уменьшением положительной равнодействующей, так как при дальнейшем сближении элементарных частиц между-частичные силы отталкивания увеличиваются быстрее, чем силы притяжения. В конце этой фазы между-частичные силы притяжения и отталкивания равны между собою, а их равнодействующая равна нулю. При этом расстоянии между элементарными частицами наблюдается состояние равновесия системы. Эта фаза характерна тем, что она протекает при сравнительно высоких удельных давлениях прессования (от $30 \div 50$ до $750 \div 3000 \text{ кг/см}^2$), но при незначительной объемной деформации. Усилие прессова-

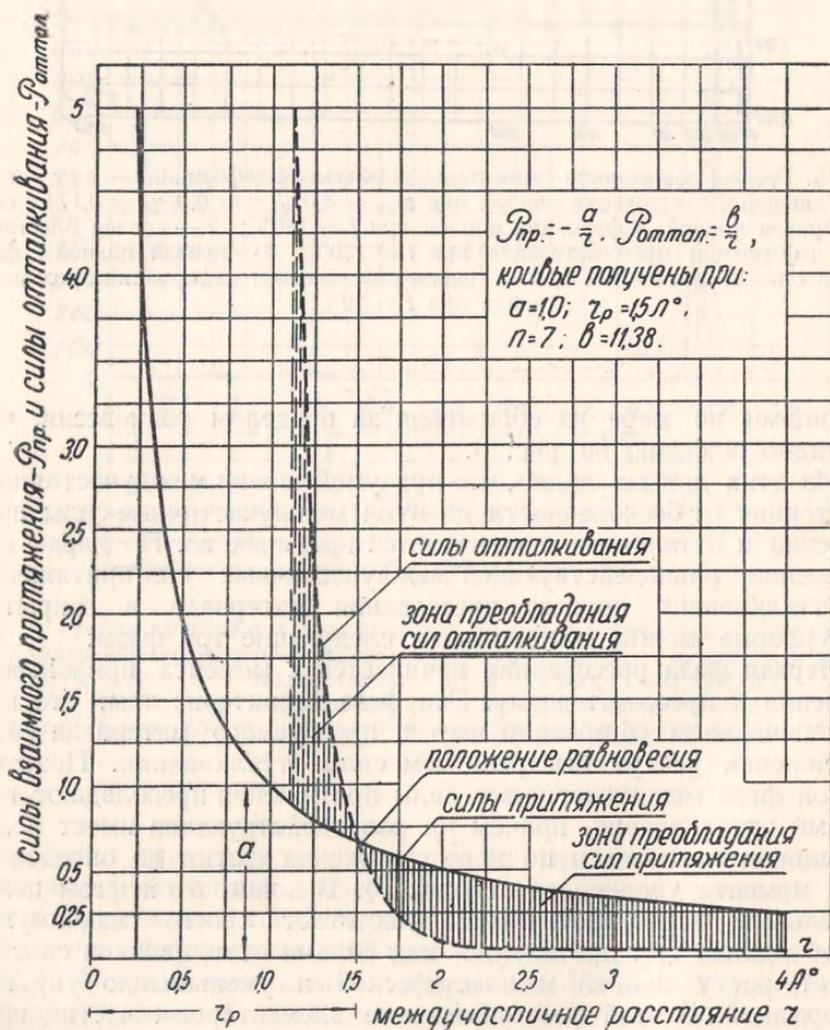


Рис. 6. График зависимости сил притяжения и отталкивания от междучастичного расстояния — r .

ния во второй фазе растет значительно быстрее, так как по мере сближения элементарных частиц в этой фазе увеличиваются силы трения — T , уменьшается положительное значение равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания — R . В конце этой фазы усилие прессования — Q равно силам трения — T .

Третья фаза прессования материала начинается при уменьшении междучастичного расстояния от момента состояния равновесия системы. В этой фазе при дальнейшем уменьшении междучастичного расстояния силы отталкивания увеличиваются значительно быстрее, чем силы притяжения. Поэтому сближение частиц за пределом равновесия системы встречает резко возрастающее преобладание междучастичных сил отталкивания над силами притяжения, которые при дальнейшем сжатии препятствуют приращению полной деформации и вызывают все возрастающие упругие деформации. Третья фаза прессования протекает при высоких и сверхвысоких удельных давлениях прессования, но при весьма малой объемной деформации.

Усилие прессования в любой фазе может быть определено по формуле:

$$Q = T_1 + T_2 - R, \quad (1)$$

где: Q — усилие прессования;

T_1 — силы трения, возникающие между элементарными частицами пресс-материала;

T_2 — силы трения, возникающие между пресс-материалом и стенками пресс-формы;

R — равнодействующая междучастичных сил притяжения и отталкивания.

При сравнении кривых сжатия на рис. 1, 2, 3, 4 и 7, с одной стороны, со значениями равнодействующей — R на рис. 6, с другой стороны, видно, что решающее значение на усилие прессования в первой и второй фазах оказывают силы трения, возникающие между элементарными частицами пресс-материала. По мере приближения к состоянию равновесия системы роль сил трения в дальнейшем увеличении полной деформации возрастает. И наоборот, в третьей фазе преобладающая часть усилия прессования расходуется на преобладание резко возрастающих междучастичных сил отталкивания.

Фактор времени выдержки пресс-материала под действием давления и повышенной температуры играет существенную роль в увеличении полной и пластической деформации и снижении величины упругой деформации. В этом можно убедиться при анализе графика рис. 7.

Из указанных данных видно, что время выдержки пресс-материала под действием давления и повышенной температуры увеличивает полную и пластическую деформации и уменьшает упругие деформации, причем эти изменения более сильно проявляются при меньшем удельном давлении прессования (рис. 8).

За период выдержки пресс-материала под действием давления и повышенной температуры происходит как бы «перерождение» упругой деформации в пластическую. Наиболее полно это «перерождение» проявляется при последующем охлаждении пресс-материала до комнатной температуры без снижения удельного давления прессования.

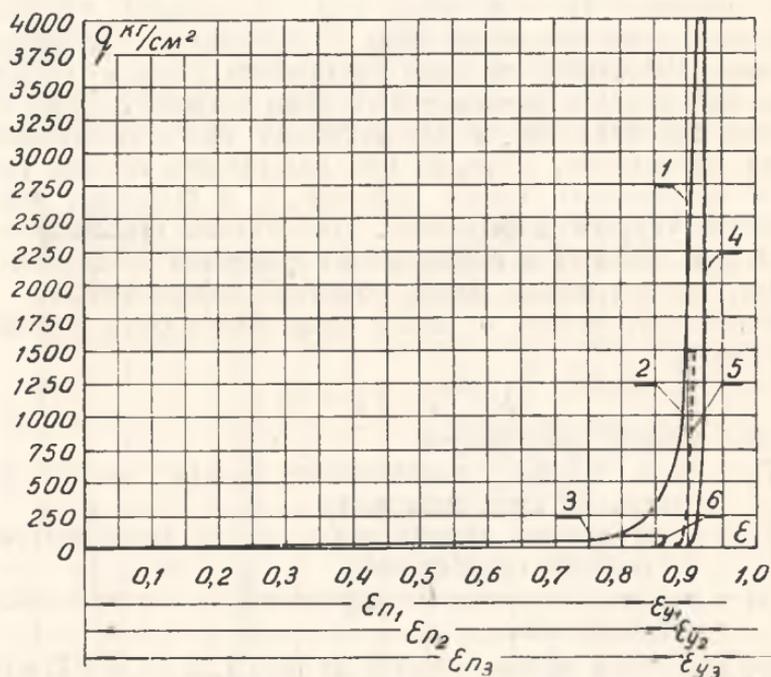


Рис. 7. График зависимости относительной объемной деформации — ϵ от удельного давления прессования опилок при $\omega_{оп} = 8,0\%$, $t = 180^\circ\text{C}$, $\tau = 60$ мин., $\gamma_{н} \times 0,174$ г/см³. 1 — сжатие опилок до 4 000 кг/см²; 2 — до 1 500 кг/см²; 3 — до 100 кг/см²; 4 — снятие нагрузки от 4 000 до 0 кг/см²; 5 — от 1 500 до 0 кг/см² и 6 — от 100 до 0 кг/см².

Влияние продолжительности выдержки измельченной древесины под действием давления и повышенной температуры на увеличение полной деформации объясняется происходящими в прессуемом материале физико-химическими процессами, протекающими во времени. В процессе выдержки прессуемого материала под действием давления и постоянной повышенной температуры в первый период текучесть прессуемого материала нарастает, затем она достигает максимального значения, после чего текучесть материала уменьшается. В период максимальной текучести материала силы внутреннего трения достигают своего наименьшего значения, что соответствует наименьшей вязкости внутренних связующих веществ, включая и продукты гидролиза

и пиролиза древесины. При увеличении текучести прессуемого материала, понижении вязкости связующих веществ, уменьшении сил внутреннего трения и растет полная деформация.

Из классических законов жидкого и твердого тела — законов Ньютона и Гука — известно, что любому приложенному напряжению соответствует либо определенная скорость деформации

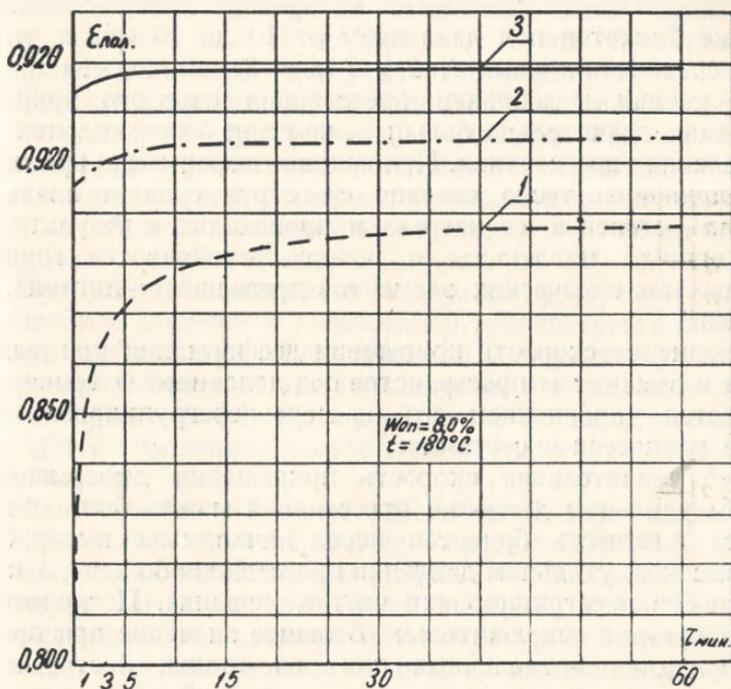


Рис. 8. График зависимости приращения относительной деформации нагретых до $180^\circ C$ сосновых опилок от времени выдержки под давлением. 1 — при давлении 100 кг/см^2 ; 2 — при давлении 1500 кг/см^2 и 3 — при давлении 4000 кг/см^2 .

(закон Ньютона), либо определенная величина деформации (закон Гука). В том и другом случае равновесное состояние устанавливается «мгновенно» и фактор времени действия напряжения не имеет значения. Однако эти законы отражают свойства идеальных тел.

Величина полной деформации реальных тел зависит от времени действия напряжения. Приложение любого малого внешнего напряжения вызывает направленный процесс перегруппировки частиц, т. е. определенную скорость деформации.

Время, необходимое для перехода частиц из первоначального равновесного состояния в новое состояние равновесия, называется временем релаксации и зависит от скорости перегруппировки

частиц. По данным В. Д. Кузнецова, для некоторых исследованных веществ скорость течения продолжает убывать в течение нескольких месяцев и даже лет.

Нашими наблюдениями установлено (рис. 8), что скорость перегруппировки частиц, а следовательно, и скорость приращения деформации нагретых до 180°C сосновых опилок, наибольшая за первые две-три минуты действия нагрузки, затем она постепенно уменьшается и становится совершенно незначительной при выдержке брикетов под давлением от 10 до 15 минут и более.

При сравнении кривых 1, 2 и 3 (рис. 8) видно, что при более низком удельном давлении прессования скорость приращения деформации значительно большая, чем при более высоких удельных давлениях прессования. Приращение деформации при постоянном напряжении тесно связано со структурой и влажностью древесины, степенью ее нагрева и происходит в результате смещения мицелл целлюлозы и потери устойчивости групп или отдельных анатомических элементов древесины — лигнина, гемицеллюлоз.

Уменьшение скорости приращения деформации при выдержке брикета в замкнутом пространстве под давлением и температурой объясняется упрочнением его по мере перегруппировки частиц в новое равновесное состояние.

Более значительная скорость приращения деформации при меньшем удельном давлении прессования может быть объяснена тем, что плотность брикетов перед началом их выдержки при более высоком удельном давлении прессования больше, а поэтому возможности перегруппировки частиц меньшие. Последнее явление приобретает исключительно большое значение при производстве изоляционно-отделочных плит из опилок и стружек, так как при этом применение высоких давлений прессования ограничено мощностями многоплитных гидравлических прессов, а время выдержки конструкций многоплитных прессов неограничено.

ВЫВОДЫ

1. При прессовании измельченной древесины в замкнутом пространстве с увеличением гигроскопической влаги полная деформация увеличивается во всех случаях.

2. С повышением влажности древесины до точки насыщения волокна и при прессовании ее при комнатной температуре пластическая деформация уменьшается, упругая увеличивается.

3. С повышением температуры нагрева измельченной древесины (от 20 до 180°C) в момент прессования полная деформация пресс-материала увеличивается.

4. Соотношение между пластической и упругой деформациями с повышением температуры нагрева измельченной древесины (от 20 до 180°C) в момент прессования может изменяться:

а) при снятии давления до периода наибольшей текучести пресс-материала и пока целлюлозный скелет еще не потерял упругих свойств пластическая деформация уменьшается за счет увеличения упругой деформации;

б) при снятии давления за периодом наибольшей текучести пресс-материала пластическая деформация увеличивается за счет уменьшения упругой деформации.

5. Совместное повышение межмицеллярной влаги и температуры измельченной древесины оказывает более существенное значение на рост полной деформации и на указанные выше соотношения пластических и упругих деформаций.

6. При прессовании нагретых до 180°C опилок по мере роста удельного давления прессования полная, пластическая и упругая деформации увеличиваются. Особенно значительное увеличение полной и пластической деформаций наблюдается в пределах от 0 до 30 кг/см^2 , несколько меньшее в пределах от 30 до 300 кг/см^2 и совершенно незначительное в пределах от 300 до 4000 кг/см^2 .

7. При увеличении времени выдержки прессуемого материала под действием давления и повышенной температуры полная и пластическая деформации увеличиваются, упругая — уменьшается. Эти изменения более сильно проявляются при меньшем удельном давлении прессования, что приобретает большое значение при производстве изоляционно-отделочных плит из измельченной древесины.

8. Значительные объемные пластические деформации измельченной древесины, достигаемые при сравнительно низких удельных давлениях прессования ($30 \div 50 \text{ кг/см}^2$), особенно при высокой температуре нагрева и длительной выдержке брикетов под действием давления и повышенной температуры, позволили прийти к убеждению, что можно получать изоляционно-отделочные плиты из измельченной древесины (опилок) без добавления вяжущих или желатинирующих веществ на многоплитных гидравлических прессах, применяемых в фанерном и др. производствах.

9. Учитывая, что первая фаза прессования измельченной древесины (опилок) протекает при сравнительно небольших удельных давлениях прессования, но при значительной объемной деформации, уплотнение древесных опилок до объемного веса абсолютно-сухой древесины сосны при их брикетировании целесообразно обеспечить при помощи винтовых конических транспортеров (шнеков) еще до подачи их в штемпельный брикетировочный пресс. Применение предварительного уплотнения измельченной древесины позволит резко поднять производительность существующих штемпельных брикетировочных прессов с одновременным улучшением качества брикетов.

10. Удельное давление прессования 300 кг/см^2 , при нагреве измельченной древесины влажностью $10 \div 12,0\%$ до 180°C и выдержке $20 \div 30$ секунд, является вполне достаточным для получения плотных и прочных брикетов.