

13-62
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

БЕЛОРУССКИЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени С. М. КИРОВА

А. Н. МИНИН

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БРИКЕТОВ ИЗ
ОПИЛОК ХВОЙНЫХ ПОРОД БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ ВЯЖУЩИХ
ИЛИ ЖЕЛАТИНИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ С ЦЕЛЮ
ВЫЯВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ
РЕЖИМОВ БРИКЕТИРОВАНИЯ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МИНСК—1956

674
M-62
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

БЕЛОРУССКИЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени С. М. КИРОВА

А. Н. МИНИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА БРИКЕТОВ ИЗ ОПИЛОК ХВОЙНЫХ ПОРОД БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ
ВЯЖУЩИХ ИЛИ ЖЕЛАТИНИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ С ЦЕЛЮ ВЫЯВЛЕНИЯ
ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕЖИМОВ БРИКЕТИРОВАНИЯ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Работа выполнена на кафедре лесопильного и фанерного производств Белорусского лесотехнического института имени С. М. Кирова и на Бобруйском ФАНДОК'е. Промышленные исследования брикетирования проведены на Смолевичском торфопредприятии имени С. Орджоникидзе в содружестве с Бобруйским гидролизным заводом,

ВВЕДЕНИЕ

Коммунистическая партия и Советское правительство уделяют большое внимание проблеме использования отходов производства, имеющей чрезвычайно важное народнохозяйственное значение. В решении этой проблемы мероприятия, направленные на более полное и рациональное использование древесных отходов, приобретают исключительно большое значение, так как указанные отходы составляют десятки миллионов кубометров в год и являются дешевым и, нередко, лучшим сырьем для получения многочисленных изделий, материалов и продуктов.

Количество древесных отходов только в лесопильно-деревообрабатывающей промышленности к концу шестой пятилетки, по данным Министерства лесной промышленности СССР, в среднем определяется в 60 млн. кубометров в год, в том числе мелкие отходы составят 32 млн. кубометров, из них опилки 23 млн. кубометров.

Значительное количество древесных отходов будет получено на одно-двухрамных лесопильных заводах и на небольших деревообрабатывающих предприятиях, где рациональное использование их из-за малой концентрации затруднено. Поэтому значительная часть указанных отходов, и в первую очередь опилок, останется без использования. Между тем, многие промышленные предприятия (гидролизные заводы, заводы древесно-волокнистых плит и др.) часть своих потребностей удовлетворяют за счет переработки более дорогой цельной древесины. В качестве топлива в промышленных и бытовых условиях применяется привозной уголь и дорогая цельная древесина, хотя их при замене неиспользуемыми древесными отходами можно было бы использовать для других целей со значительными экономическими выгодами.

Все это вызвано тем, что при перевозке опилок и других измельченных древесных отходов в рыхлом состоянии грузоподъемность железнодорожных вагонов используется всего лишь на 8—30% и сжигание древесных опилок в обычных бытовых печах связано с большими неудобствами.

Транспортабельность измельченных древесных отходов можно улучшить путем их брикетирования и довести использование грузоподъемности подвижного состава до 100%.

Из литературного обзора видно, что брикетирование как способ известен уже давно и не является новым. Этому вопросу уделено большое внимание многими научно-исследовательскими институтами, вузами, учеными, инженерами и изобретателями. Однако проблема брикетирования измельченных древесных отходов еще далеко не разрешена и изучена совершенно недостаточно. Влияние влажности измельченной древесины перед брикетированием— $W_{оп}$, температуры брикетируемого материала на момент прессования— t , величины удельного давления прессования— q и продолжительности выдержки прессуемого материала под давлением — τ на физико-механические свойства брикетов исследовалось в небольших диапазонах, что не позволило установить закономерности процесса брикетирования, выявить влияние указанных факторов на физико-механические свойства брикетов и рекомендовать промышленности оптимальные режимы для получения водостойчивых и неводостойчивых брикетов.

Целью данной работы является: а) исследование закономерностей процесса брикетирования опилок хвойных пород без добавления вяжущих или желатинирующих веществ; б) определение влияния основных факторов на физико-механические свойства брикетов; в) изыскание оптимальных промышленных режимов брикетирования водостойчивых и неводостойчивых брикетов; г) разработка технологических схем брикетных установок, отличающихся предельной простотой, экономичностью и позволяющих брикетировать измельченные древесные отходы с любой первоначальной влажностью.

Для решения поставленных задач были проведены:

1. Литературный обзор в области брикетирования измельченных органических веществ.
2. Теоретические исследования процесса прессования измельченной древесины.
3. Экспериментальные исследования прессования измельченной древесины в лабораторных условиях.
4. Промышленные исследования брикетирования древесных опилок хвойных пород.
5. Экономический анализ целесообразности производства брикетов и изоляционно-отделочных плит из древесных опилок.

I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Физико-механические свойства брикетов, полученных из измельченной древесины без добавления вяжущих или желатинирующих веществ, обуславливаются формой и размерами брикетов, конструкцией брикетировочного пресса, способом сжатия, степенью удаления воздуха, паров и газов из прессуемого материала и прессформы, породой древесины, разме-

ром и формой брикетируемых частиц, глубиной термообработки измельченной древесины до ее прессования, влажностью исходного материала— $W_{оп}$, температурой брикетируемого материала в момент прессования— t , величиной удельного давления прессования— q , продолжительностью выдержки брикета под давлением— τ , температурой брикетов в момент снятия давления и т. д.

Предпоследние четыре фактора доктор технических наук проф. А. Н. Песоцкий относит к основным факторам, влияющим на физико-механические свойства брикетов, так как все остальные факторы при брикетировании данного материала на определенной брикетной установке остаются неизменными или функционально зависят от некоторых основных факторов. Поэтому основное внимание в работе уделено изучению влияния указанных выше основных факторов. Исследования были проведены при: $W_{оп}$ —0, 4, 8, 11, 14, 16,7, 20, 25, 30 и 84%; t —20, 50, 100, 125, 150, 175, 200, 225, и 250° С; q —30, 100, 300, 500, 750, 1000, 1250 и 1500 кг/см²; τ —0, 30 сек., 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15 и 20 минут.

Исходным материалом для получения брикетов являлись опилки одной породы дерева—сосны, как наиболее распространенной породы, занимающей большой удельный вес в производстве пиломатериалов и изделий деревообработки.

Все лабораторные исследования проводились на брикетах формы стандартных брусков, применяемых при определении физико-механических свойств пластических масс органического происхождения.

Одним из важных этапов работы было придание опилкам заранее намеченной влажности. Отобранные от лесопильной рамы и разделенные на партии опилки сушили по заранее установленным режимам в сушильных шкафах до заданной влажности опилок. После сушки каждая партия опилок для сохранения и обеспечения заданной влажности помещалась в отдельные эксикаторы с относительной влажностью и температурой, обеспечивающими равновесную влажность опилок в заданных пределах.

Прессование стандартных брусков производилось на гидравлических прессах в стальной прессформе № 1 закрытого типа с электрическим обогревом. Гидравлическое давление прессов обеспечивало допускаемую точность необходимого удельного давления прессования, а электрический обогрев прессформы— заданную температуру, которая регулировалась реостатом сопротивлений. При конструировании прессформы был использован опыт, накопленный промышленностью пластических масс в этой области. Отсчет времени выдержки прессуемого материала производили с момента достижения заданного манометрического давления.

Для изучения влияния основных факторов на качество бри-

кетов определяли их механическую прочность, водоустойчивость и объемный вес.

Механическую прочность брикетов определяли путем испытания стандартных брусков на статистический изгиб и образцов, вырезанных из указанных брусков, на сжатие в наиболее слабом направлении при влажности в пределах от 6,5 до 9,0%.

Водоустойчивость брикетов определяли путем испытания образцов, вырезанных из стандартных брусков, на водопоглощение, влагопоглощение, разбухаемость и распрессовку, начиная от их нулевой влажности.

Объемный вес брикетов определяли при влажности 0%.

Результаты опытов обработаны методами математической статистики. По средним арифметическим значениям построены графики зависимости, наглядно показывающие влияние основных факторов на физико-механические свойства брикетов.

II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

С целью изучения закономерностей деформирования измельченной древесины в процессе пьезотермической обработки ее в замкнутом пространстве в работе рассмотрены основные понятия о деформациях, химический состав и анатомическое строение древесины и проведены экспериментальные исследования влияния основных факторов ($W_{оп}$, t , q и τ) на полную, упругую и пластическую деформации при прессовании сосновых опилок. Эти исследования были проведены на испытательной машине ИМ-4А в стальной прессформе № 2 закрытого типа с электрическим обогревом, регулируемым при помощи реостата сопротивлений.

Влияние основных факторов на деформации прессматериала исследовалось в следующих диапазонах: $W_{оп}$ —при 8 и 30%, t —при 20 и 180° С, q —от 0 до 4000 кг/см² и τ —при 0 и 60 минутах.

После обработки диаграммных записей и вычислений методом вариационной статистики были построены графики зависимости деформаций от удельного давления прессования опилок. При анализе данных обработки и графиков установлено:

1. С увеличением гигроскопической влаги опилок полная относительная деформация увеличивается во всех случаях. При прессовании опилок при температуре 20° С с повышением влажности древесины до точки насыщения волокна пластическая деформация уменьшается, полная и упругая деформации увеличиваются.

Увеличение полной и упругой и уменьшение пластической деформаций при прессовании опилок при комнатной темпера-

туре с увеличением их гигроскопической влаги объясняется снижением сил внутреннего трения в более влажной древесине.

2. С повышением температуры нагрева опилок от 20 до 180° С в момент прессования полная деформация прессматериала увеличивается.

Соотношение между пластической и упругой деформациями с повышением температуры нагрева опилок от 20 до 180° С в момент прессования может изменяться:

а) при снятии давления до периода наибольшей текучести прессматериала и пока целлюлозный скелет еще не потерял упругих свойств, пластическая деформация уменьшается за счет увеличения упругой деформации, т. к. при нагреве измельченной древесины под давлением до периода наибольшей текучести прессматериала силы внутреннего трения уменьшаются;

б) при снятии давления за периодом наибольшей текучести прессматериала пластическая деформация увеличивается за счет уменьшения упругой деформации, т. к. при нагреве прессматериала за периодом наибольшей текучести термореактивные соединения переходят из жидкого и расплавленного состояния в твердое, а межмицеллярная влага при этом испаряется или вступает в химическую реакцию (реакция гидролиза)—все это увеличивает силы внутреннего трения в прессматериале. Кроме указанного, по мере гидролиза целлюлозного скелета уменьшаются его упругие свойства, что улучшает пластические свойства прессуемого материала.

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

3. При прессовании нагретых до 180° С опилок по мере роста удельного давления прессования полная, пластическая и упругая деформации увеличиваются. Особенно значительное увеличение указанных деформаций наблюдается в пределах от 0 до 30 кг/см², несколько меньше от 30 до 300 кг/см² и совершенно незначительное от 300 до 4000 кг/см².

4. При увеличении времени выдержки прессуемого материала под действием давления и повышенной температуры полная и пластическая деформации увеличиваются, упругая—уменьшается. Это изменение более сильно проявляется при меньшем удельном давлении прессования, что приобретает большое значение при производстве изоляционно-отделочных плит из измельченной древесины без добавления вяжущих веществ.

5. При анализе анатомического строения древесины и при проведении экспериментальных работ по изучению деформаций измельченной древесины установлено, что для каждого первоначального объемного веса древесины наблюдается определен-

ная зависимость между относительной объемной деформацией и объемным весом прессованной древесины. В свою очередь, между удельным давлением прессования и объемным весом прессованной древесины, при прочих равных условиях, также существует определенная зависимость.

Взаимная зависимость относительной объемной деформации и удельного давления прессования древесины от одного и того же объемного веса прессованной древесины позволили процесс прессования измельченной древесины условно разделить на следующие три периода:

Первый период уплотнения насыпного объема измельченной древесины протекает за счет заполнения пустот между элементами брикетируемых частиц. Этот период протекает при сравнительно небольших удельных давлениях прессования (от 0 до $30-50 \text{ кг/см}^2$), но при значительной объемной деформации, достигающей 0,7872 при первоначальном объемном весе опилок $0,1 \text{ г/см}^3$.

Во втором периоде упрессовка происходит на первом этапе в основном за счет сжатия пор, межклеточных и межмицеллярных промежутков ранней древесины годичных слоев, на втором этапе—за счет тех же элементов поздней древесины годичных слоев. Этот период характерен тем, что он протекает при сравнительно высоких удельных давлениях прессования, но при незначительной объемной деформации, достигающей за весь период всего лишь 0,1478 при первоначальном объемном весе опилок $0,1 \text{ г/см}^3$.

При применении высоких и сверхвысоких давлений или соответствующих режимов пьезотермической или химической обработки возможен и третий период прессования измельченной древесины, когда упрессовка осуществляется за счет деформации древесного вещества. Этот период протекает при весьма малой объемной деформации, так как при сближении элементарных частиц за состоянием равновесия системы резко увеличиваются межчастичные силы отталкивания.

6. Значительные объемные пластические деформации измельченной древесины, достигаемые при сравнительно низких удельных давлениях прессования, особенно при высокой температуре и длительной выдержке, позволили прийти к выводу, что можно получать изоляционно-отделочные плиты из измельченной древесины (опилок) без добавления вяжущих или желатинирующих веществ на многоплитных гидравлических прессах.

III. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕССОВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

В этой главе исследовали влияние основных факторов на физико-механические свойства брикетов. Все экспериментальные работы были проведены в строгом соответствии с приве-

денной выше методикой и после математической обработки полученных данных установлен:

1. Прочность и объемный вес брикетов в значительной степени зависят от влажности опилок перед загрузкой их в прессформу. Причем, как высокая, так и низкая влажность опилок, при выдержке под рабочим давлением 30 секунд, понижают прочность и объемный вес брикетов.

Из условий наибольшей прочности и более высокого объемного веса брикетов при указанной выдержке оптимальной влажностью опилок является абсолютная влажность в пределах от 8 до 12%, допустимой—20%.

2. Водопоглощение, влагопоглощение, разбухание и распрессовка брикетов (полученных при температуре опилок в момент прессования 225°С, удельном давлении 1000 кг/см² и времени выдержки 30 секунд) уменьшаются с увеличением влажности опилок перед загрузкой их в прессформу в пределах от 0 до 30%.

3. Прочность и объемный вес брикетов увеличиваются по мере повышения температуры опилок в момент их прессования в пределах от 20 до 225°С. Наиболее резкое увеличение прочности и объемного веса брикетов наблюдается при нагреве брикетируемого материала в пределах от 150 до 225°С. Если прочность брикетов, полученных при температуре 20°С, принять за 100%, то прочность брикетов, полученных при 150°С, составит 504,0%, а при температуре 225°С—1442,0%.

4. С повышением температуры опилок в момент их прессования водопоглощение, влагопоглощение, разбухание и распрессовка брикетов, полученных при прочих равных условиях, уменьшаются. Особенно заметное повышение водостойкости брикетов, полученных при времени выдержки 30 секунд, наблюдается в диапазоне температур от 200°С и выше. Если брикеты, полученные при 175°С, времени выдержки 30 секунд и удельном давлении 1000 кг/см², при опускании в дистиллированную воду разваливались через 360 секунд, то брикеты, полученные при 200°С и выше, при погружении в воду не разваливались.

При производстве водоустойчивых брикетов (принимая время выдержки 30 секунд) оптимальной температурой нагрева опилок перед их брикетированием будет температура 225°С, а при производстве неводоустойчивых брикетов—20–100°С.

5. Прочность и объемный вес брикетов повышаются с увеличением удельного давления прессования. Особенно значительный рост прочности и объемного веса брикетов наблюдается в диапазоне удельных давлений прессования от 30 до 300 кг/см². При более высокой температуре опилок в момент прессования влияние роста удельного давления на повышение прочности и объемного веса брикетов более значительное. Например, прочность брикетов на статический изгиб, полученных

при температуре опилок в момент прессования 225°C , увеличилась в диапазоне удельных давлений прессования от 30 до 300 кг/см^2 в 11, 54 раза, тогда как прочность брикетов, полученных при температуре опилок 100°C ,—всего лишь в 6,2 раза.

Оптимальным удельным давлением прессования при времени выдержки 30 секунд и температуре нагрева опилок 225°C будет 300 кг/см^2 , а при температуре 20°C — 500 кг/см^2 .

6. С увеличением удельного давления прессования водопоглощение и влагопоглощение понижаются, а распрессовка по толщине брикетов увеличивается. Особенно значительное понижение водопоглощения брикетов, полученных при температуре опилок в момент прессования 225°C и времени выдержки 30 секунд, наблюдается в диапазоне удельных давлений прессования от 30 до 100 кг/см^2 , несколько меньшее—в диапазоне от 100 до 300 кг/см^2 и совершенно незначительное при давлении от 300 до 1500 кг/см^2 .

7. С увеличением времени выдержки материала под действием давления и повышенной температуры в пределах от 0 до 20 минут прочность и объемный вес брикетов увеличиваются. Наиболее значительное увеличение прочности и объемного веса брикетов наблюдается за первые три минуты и особенно за первые 30 секунд выдержки. Влияние времени выдержки на повышение прочности и объемного веса брикетов при более низком удельном давлении прессования более значительно, что особое значение приобретает при производстве изоляционно-отделочных плит на многоплитных гидравлических прессах, где время выдержки конструкцией пресса неограничено.

8. По мере увеличения времени выдержки брикетов под действием давления и повышенной температуры при их прессовании водопоглощение, влагопоглощение, разбухание и распрессовка брикетов уменьшаются. Наиболее значительное понижение водопоглощения, влагопоглощения, разбухания и распрессовки брикетов наблюдается за первые три минуты и особенно за первые 30 секунд выдержки предварительно нагретых опилок.

9. Предварительный подогрев брикетируемого материала до заданной температуры позволяет в значительной степени сократить выдержку брикетов под давлением. При брикетировании предварительно нагретых опилок до заданной температуры продолжительность выдержки зависит от скорости физико-химических процессов, протекающих в прессматериале при его предварительном нагреве и пьезотермической обработке. Поэтому при изготовлении прочных и более водоустойчивых брикетов измельченную древесину следует нагревать перед ее прессованием.

10. При брикетировании измельченной древесины с первоначальной влажностью 18% и выше необходимо сушку и предварительный нагрев ее сочетать в одном агрегате. Поэтому

процесс сушки и брикетирования измельченной древесины должен следовать один за другим в непрерывном потоке, т. е. после сушки сухая, нагретая, измельченная древесина должна сразу же поступать в брикетировочный пресс.

11. Время выдержки предварительно нагретого материала под давлением 20—30 секунд вполне достаточно для получения прочных и водостойчивых брикетов. Из этого следует, что для брикетирования измельченной древесины могут применяться не только револьверные брикетировочные прессы, но и штемпельные прессы, применяемые при производстве бурогольных и торфяных брикетов, с обязательным уплотнением брикетируемого материала при подаче его в прессовальную камеру брикетировочного пресса.

12. Возможность получения прочных брикетов при удельном давлении прессования 30 кг/см² и более значительной выдержке прессуемого материала под действием давления и повышенной температуры свидетельствует о том, что возможно производство изоляционно-отделочных плит из измельченной древесины без добавления вяжущих или желатинирующих веществ.

IV. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК

Промышленные исследования брикетирования опилок хвойных пород без добавления вяжущих и желатинирующих веществ были проведены в двух следующих направлениях: а) брикетирование опилок с целью получения топливных брикетов и брикетов как сырья для гидролизной промышленности; б) прессование изоляционно-отделочных плит.

1. Промышленное брикетирование опилок хвойных пород

Промышленные исследования брикетирования древесных опилок были проведены в содружестве с Бобруйским гидролизным заводом на торфобрикетной фабрике Смолевичского торфопредприятия имени Орджоникидзе, оборудованной пневмогазовой трубой-сушилкой и двумя штемпельными брикетировочными прессами марки ПШТ-1. Брикетирование древесных опилок осуществлялось по всему непрерывному технологическому потоку указанной установки.

В результате лабораторных и промышленных исследований установлена возможность брикетирования древесных опилок на типовых торфобрикетных установках малой мощности, с некоторыми лишь изменениями размеров трубы пневмогазовой сушиллки, габаритов циклонов в сторону увеличения и системы подачи сухих опилок в прессовальную камеру брикетировочного пресса.

Доказано, что на указанной брикетной установке можно совместить сушку опилок с предварительным подогревом их до заданной температуры перед брикетированием, так как такая установка работает по непрерывной схеме и в пневмогазовой трубе-сушилке можно регулировать температуру агента сушки в пределах от 20 до 900° С, а нагрев измельченной древесины перед брикетированием в пределах от 20 до 250° С.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И РЕЖИМЫ БРИКЕТИРОВАНИЯ

На основе проведенных лабораторных и промышленных исследований, критического анализа и обобщения литературных данных в области брикетирования органических веществ в диссертационной работе разработана и обоснована новая технологическая схема брикетной установки и режимы брикетирования, приведенные в таблице.

На брикетных установках, построенных по предлагаемой технологической схеме, представится возможность брикетировать измельченные древесные отходы с любой первоначальной влажностью и получать при этом водоустойчивые или неводоустойчивые брикеты.

В зависимости от первоначальной влажности опилок следует различать два случая брикетирования: 1) при начальной влажности опилок от 18% и выше и 2) при влажности опилок меньше 18%.

При первоначальной влажности опилок 18% и более процесс брикетирования будет протекать по всей предлагаемой технологической схеме. В этом случае при получении водоустойчивых брикетов температура газов в начале трубы-сушилки должна быть в пределах 550 ÷ 600° С, а при получении неводоустойчивых брикетов—около 300° С.

При брикетировании опилок и стружек, имеющих первоначальную влажность менее 18%, может быть несколько вариантов использования первоначальной технологической схемы брикетирования, зависящих от того, каким видом транспорта подаются сухие отходы от места их возникновения до брикетной установки.

Предусмотренные в технологической схеме циклоны первой и второй ступени позволят сортировать опилки перед их брикетированием, причем крупные и более тяжелые частицы опилок или стружек будут уловлены в циклоне первой ступени, а более мелкие и легкие в циклоне второй ступени. Такая сортировка особое значение приобретает при производстве брикетов, как сырья для гидролизной промышленности, так как в гидролизном сырье пыль нежелательна.

Рекомендуемые режимы брикетирования опилок хвойных пород:

№№ режима	Наименование брикетов	Исходное сырье		Режим сушки				Режим прессования				Примечание
		наименование	влажность перед сушкой в %	температура газов при входе в трубу сушки в °С	температура газов при входе в I-й циклон в °С	относительная влажность агента сушки при входе в I-й циклон в %	влажность опилок перед брикетированием в %	температура опилок перед прессованием в °С	удельное давление прессования в кг/см ²	продолжительность выдержки в секундах		
1	Топливные	Сосновые опилки	40-60	550-600	212	25,0	8-12	200-225	300-750	20-30	Водоустойчивые	
2	Сырьевые		40-60	300-350	140	21,0	10-15	100-125	500-1000	20-30	Неводоустойчивые	
3	Топливные		<18	—	—	—	8-12	200-225	300-750	20-30	Водоустойчивые	
4	Сырьевые		<18	—	—	—	<18	20-100	500-1000	20-30	Неводоустойчивые	

2. Промышленные исследования производства изоляционно-отделочных плит

В процессе исследования влияния основных факторов на деформации измельченной древесины при прессовании и физико-механические свойства брикетов было установлено, что можно получать прочные брикеты при сравнительно невысоких удельных давлениях прессования—30-150 кг/см². Отсюда появилась идея, что возможно производство не только топливных и сырьевых брикетов из измельченной древесины, но и изоляционно-отделочных плит без добавления вяжущих или желатинирующих веществ. Для проверки указанной возможности были проведены дополнительные лабораторные работы в лабораториях БЛТИ и Бобруйского ФАНДОК'а. После того, как в лабораторных условиях были установлены режимы прессования изоляционно-отделочных плит, опыты были перенесены в производственные условия.

В содружестве с коллективом фанцефа Бобруйского ФАН-

ДОК'а в январе 1955 года были проведены опыты по прессованию изоляционно-отделочных плит из опилок хвойных пород без добавления вяжущих или желатинирующих веществ на кленьном гидравлическом прессе с паровым обогревом плит, установленном в фанерном цехе Бобруйского ФАНДОК'а. В результате были получены изоляционные плиты форматом 1300×1100 мм в обрезном виде.

Полученные из опилок плиты по прочности вполне удовлетворяют требованиям ГОСТ 4598-53 на изоляционные и твердые отделочные древесно-волокнистые плиты. Объемный вес полученных из опилок плит меньше допустимого объемного веса для твердых отделочных древесно-волокнистых плит.

V. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БРИКЕТОВ И ИЗОЛЯЦИОННО- ОТДЕЛОЧНЫХ ПЛИТ ИЗ ОПИЛОК

Основными условиями для развития брикетирования древесных отходов лесопильных и деревообрабатывающих производств являются сравнительно большие, концентрированные и постоянные источники дешевого неиспользуемого сырья, невысокие производственные расходы и безграничные потребности народного хозяйства в топливных и сырьевых брикетах и изоляционно-отделочных плитах.

1. Экономическая целесообразность брикетирования древесных отходов

При организации брикетирования неиспользуемых древесных отходов лесопильные и деревообрабатывающие предприятия избавятся от непроизводительных затрат, связанных с удалением их на свалки. Это позволит снизить себестоимость выпускаемой продукции в основном производстве даже в том случае, если отходы отпускать для целей брикетирования по нулевой стоимости. Страна в этом случае получит дополнительное высококачественное топливо и лучшее сырье для гидролизной промышленности и других отраслей народного хозяйства.

Из данных экономического расчета, приведенного в работе, видно, что древесные опилки, подлежащие перевозке по железной дороге на расстояние до 20—75 км и используемые для промышленных целей, брикетировать нецелесообразно.

Брикетирование измельченной древесины, подлежащей перевозке по железной дороге на расстояние более 20—75 км, приобретает народнохозяйственное значение, так как наиболее дешевым сырьем и топливом в этом случае будут брикеты.

При использовании измельченных древесных отходов в качестве топлива для бытовых целей брикетирование их целесо-

образно почти во всех случаях, так как в виде брикетов потребители получают дешевое, удобное в обращении, высококалорийное топливо.

Древесина, доставляемая на гидролизные заводы в виде дров, имеет более высокую стоимость, чем древесина, доставляемая в виде опилок и брикетов.

Наиболее дорогим топливом, по сравнению с опилками и брикетами из них, являются дрова.

2. Экономическая эффективность производства изоляционно-отделочных плит из опилок

При организации производства изоляционно-отделочных плит из опилок без добавления вяжущих или желатинирующих веществ на лесопильных, деревообрабатывающих, фанерных и других предприятиях представится возможность более рационально использовать их отходы, а народное хозяйство получит новый дешевый высококачественный строительный и отделочный материал. Плиты из опилок во многих случаях могут заменить собою клееную фанеру, пиломатериалы, столлярные плиты, древесно-волоконные плиты и др. При этом полная себестоимость плит из опилок в 4 раза меньше полной себестоимости древесно-волоконных изоляционных плит, выпускаемых Ново-Белицким лесохимкомбинатом.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. В решении проблемы полного и более рационального использования древесных отходов брикетирование измельченной древесины, подлежащей перевозке по железной дороге на расстояние более 20—75 км, приобретает народнохозяйственное значение.

При широкой организации брикетирования указанных отходов представится возможность:

а) полностью и более рационально использовать древесные отходы не только на крупных и средних, но и на небольших лесопильных заводах и деревообрабатывающих предприятиях;

б) расширить и улучшить сырьевую базу гидролизных заводов, заводов древесной муки и других промышленных предприятий, работающих на измельченной древесине и брикетах из нее;

в) полностью обеспечить гидролизные заводы лучшим и наиболее дешевым сырьем, позволяющим увеличить производительность гидролиз-аппаратов и производственную мощность заводов со значительным снижением себестоимости готовой продукции;

г) увеличить топливные ресурсы промышленных предприятий, транспорта и бытовых потребителей за счет использования неиспользуемых в настоящее время отходов;

д) высвободить большое количество цельной древесины, используемой в настоящее время в качестве сырья на гидролизных заводах и топлива на многих промышленных предприятиях и в бытовых условиях, для других целей народного хозяйства страны;

е) улучшить использование грузоподъемности транспортных средств в случае перевозки опилок в брикетированном виде в 5—7 раз по сравнению с перевозкой их в рыхлом состоянии;

ж) повысить объемную теплотворную способность опилок в 7 раз;

з) уменьшить размеры складов при хранении сырья для топлива в виде брикетов примерно в 5—7 раз по сравнению с размерами складов, которые потребовались бы для хранения древесных опилок и др.

2. Брикетирование сыпучих органических веществ является весьма сложным физико-химическим процессом, протекающим при предварительном нагреве и пьезотермической обработке их. В процессе брикетирования участвует тепло даже в том случае, когда материал прессуют без предварительного подогрева и специального обогрева матриц пресса. В результате действия тепла и давления на брикетированный материал в нем возникают сложные физико-химические процессы, вызывающие количественные и качественные изменения в прессматериале.

Из данных экспериментальных работ видно, что количественные и качественные изменения в прессматериале, при прочих равных условиях, зависят от: влажности опилок перед загрузкой их в прессформу, температуры опилок до и в момент прессования, удельного давления прессования и времени выдержки материала под давлением. Чем выше температура прессуемого материала до прессования и в процессе прессования, больше удельное давление прессования и продолжительнее выдержка, тем больше качественные и количественные изменения при пьезотермической обработке прессматериала. Влияние этих факторов на деформацию измельченной древесины при прессовании и на физико-механические свойства брикетов рассмотрено в разделе II и III автореферата.

3. Роль смолы и особенно ее производных—пека и других вторичных продуктов—в закреплении частиц в брикете неоспорима. Однако, кроме смол и ее производных, существенную и не менее важную роль в закреплении частиц в брикете играют и другие вяжущие вещества, входящие в состав древесины, и главным образом продукты гидролиза и термолиза последней, продукты вторичных реакций полимеризации и конденсации первичных продуктов разложения древесины в более высокомолекулярные и более водоустойчивые соединения.

4. Механическая прочность брикетов определяется: силами когезии и адгезии; силами взаимного притяжения и отталкивания, возникающими непосредственно между брикетируемыми частицами; силами механического сцепления и силами поверхностного натяжения менисков влаги, находящейся во вторичных капиллярах, образующихся между частицами древесины.

5. На основе результатов теоретических, лабораторных и промышленных исследований и критического анализа литературного материала разработаны обоснованные режимы брикетирования древесных опилок без добавления вяжущих или желатинирующих веществ и предложена соответствующая им технологическая схема брикетной установки, позволяющая брикетировать измельченную древесину с любой первоначальной влажностью и получать при этом водоустойчивые или неводоустойчивые брикеты.

6. Для того, чтобы обеспечить необходимую толщину брикетов при брикетировании измельченной древесины и полностью использовать мощность брикетировочных штемпельных прессов без изменения величины хода штемпеля и длины прессовальной камеры, необходимо изменить подачу сухой измельченной древесины из бункеров в прессовальную камеру прессов. В технологической схеме рекомендуемой брикетной установки для этой цели предусмотрен винтовой конический транспортер (шнек).

7. Кроме указанного, в работе установлена возможность производства изоляционно-отделочных плит из опилок без добавления вяжущих или желатинирующих веществ. В работе рекомендуются режимы прессования указанных плит.

8. Организация производства топливных и сырьевых брикетов и изоляционно-отделочных плит из опилок без добавления вяжущих или желатинирующих веществ технически возможна и экономически целесообразна.

Материалы диссертационной работы изложены на 334 страницах с 48 таблицами в тексте и 96 рисунками, представленными в приложении 1.



