

6
А48
МИНИСТЕРСТВО БЫТОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ
РСФСР

МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

И. К. СТУКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЛИЦОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ
ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ПРЕССМАСС

Специальность 05.349

"Технология специальных производств"
(применение полимеров в быту)

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва, 1971

МИНИСТЕРСТВО БЫТОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РСФСР
МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

П. К. СТУКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ОБЛИЦОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ПРЕССМАСС

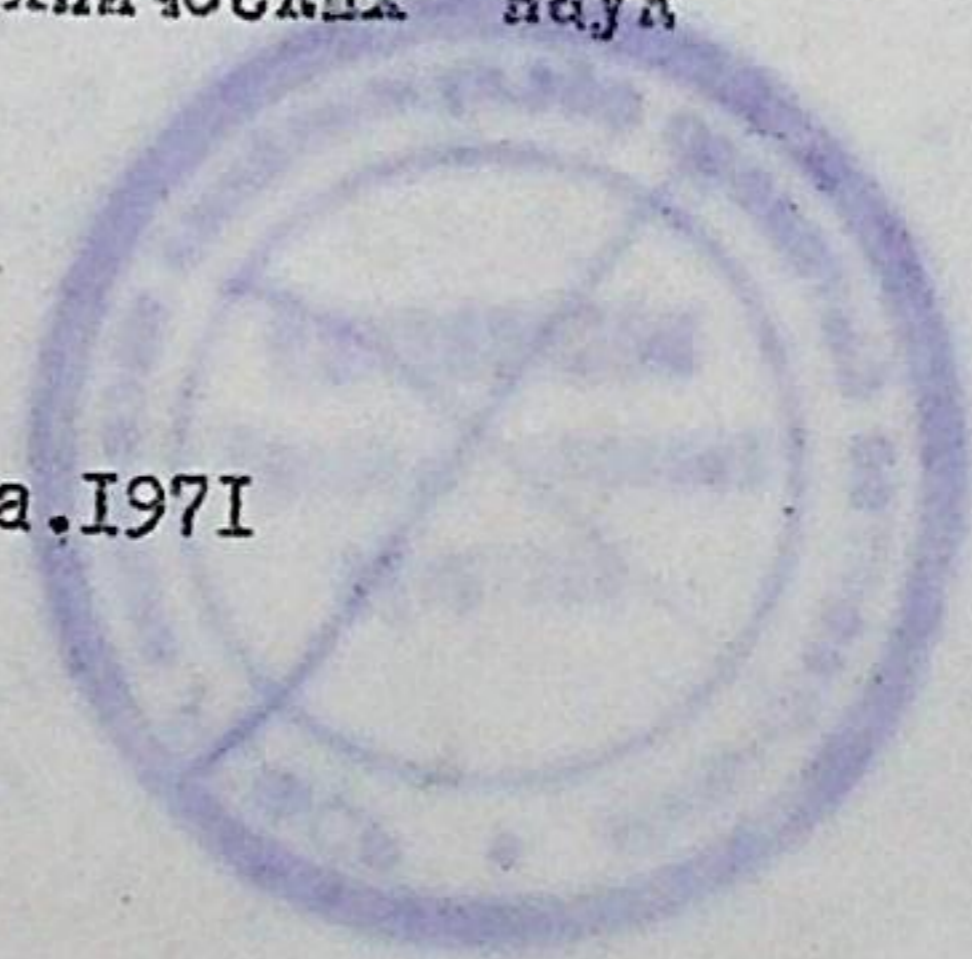
Диссертация представлена на русском языке

Специальность 05.349

"Технология специальных производств"
(применение полимеров в быту)

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва. 1971



В В Е Д Е Н И Е

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971-1975 гг. намечено значительное увеличение производства изделий бытового назначения. Для полного удовлетворения жизненных потребностей советского народа необходимо предусмотреть более быстрый рост и повышение удельного веса промышленности, производящей товары народного потребления. При этом должно быть учтено применение прогрессивных технологий и более полное комплексное использование сырья и полимерных материалов.

Последнее десятилетие, с резким развитием производства синтетических смол, большое внимание уделяется получению прессматериалов с использованием отходов промышленных предприятий. Применение отходов деревообрабатывающих производств для изготовления изделий методом прессования позволяет сократить общую потребность в древесине и производить недорогие, добротные и удобные в пользовании изделия бытового назначения, как декоративные тарелки, подносы, подставки, детали мебели и т.д. Как показал опыт некоторых предприятий, стоимость прессованных изделий в 2-2,5 раза ниже, чем стоимость таких же изделий из цельной древесины или фанеры.

В настоящее время в большинстве случаев прессованные изделия отделываются лаками и красками. Цикл отделки деталей и изделий лакокрасочными материалами весьма продолжителен, а сам процесс трудоемок. В литературе имеются некоторые сведения о возможности изготовления изделий с одновременной облицовкой их в процессе прессования. Однако, технология, режимы прессования и экономические показатели таких производств, особенно на предприятиях небольшой мощности, пока не изучены.

Целью диссертации является разработка теоретических предпосылок, экспериментальная проверка их и обоснование технологии производства пресси изделий из древесно-клеевых масс с одновременной облицовкой их бумажно-смоляным покрытием в процессе горячего прессования. Диссертационная работа включает: обзор литературы по исследуемому вопросу, тео-

ретическую часть с обоснованием главных этапов работы, методу исследования и экспериментальную часть с приведением опытных данных и анализом полученных результатов. В приложениях приведены таблицы экспериментальных данных и инструкция по разработанной технологии.

Глава I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В литературном обзоре рассматриваются работы по производству деталей и изделий различного назначения, получаемых путем горячего прессования композиций на основе синтетических полимерных материалов с наполнителями в виде измельченной древесины. Вначале приводится классификация и общая характеристика физико-механических свойств изделий, а также рассматриваются характерные особенности технологии их изготовления.

В обзоре рассмотрено влияние свойств приготовляемых прессмасс на процесс формования и качество изделий. Отмечается, что к числу таких определяющих факторов относятся форма и размеры частиц наполнителя, количество и природа связующего и влажность прессмассы.

Из литературных источников известно, что наиболее широкие исследования были проведены по установлению влияния указанных факторов на свойства изделий при применении в качестве связующего феноло-формальдегидных смол. Такие изделия используются в качестве деталей машин, транспортных устройств, химической аппаратуры и т.д. Имеются данные об использовании в производстве прессизделий в качестве связующего карбамидных смол. Однако эти сведения ограничены.

В ряде работ приводятся сведения об изучении реологических свойств пресскомпозиций, которые оказывают существенное влияние на формуемость изделий в прессформах. Однако, данные об этих свойствах весьма ограничены.

В конце обзора проанализированы известные режимы прессования высоконаполненных древесно-клеевых прессмасс. Рекомендуются разными исследователями режимы прессования изделий в заметной мере различаются, так как в каждом отдельном случае решались задачи по получению специальных деталей и изде-

лий с определенными свойствами. Например, для получения деталей высокой прочности (шестерни, подшипники скольжения) рекомендуются удельные давления прессования в пределах 500-800 кгс/см². В зависимости от качества деталей и других требований к ним, значительно колеблется и температурный режим прессования.

В обзоре рассматриваются сведения о двухстадийном прессовании изделий. Известно, что в производстве прессизделий иногда используется метод предварительного брикетирования древесно-клеевых масс с последующим прессованием брикетов в горячих прессформах (например, при использовании многоэтажных прессов). Однако, технологические режимы брикетирования и горячего прессования высоконаполненных прессмасс изучены мало и сведений о них почти нет.

В литературе указывается о возможности отделки изделий в процессе прессования различными облицовочными материалами. Число публикаций, посвященных разработке технологии и режимов прессования изделий невысокой плотности с одновременной отделкой их поверхности незначительно. Анализ таких работ показал, что сведения по технологии производства изделий из древесно-клеевых прессмасс весьма ограничены.

Так далеко не полно разработаны вопросы подготовки пресскомпозиций и режимы отделки изделий в процессе их прессования. Не изучено влияние свойств исходных прессмасс и условий их прессования на физико-механические показатели получаемых изделий. Совершенно отсутствуют технико-экономические обоснования таких производств. Сказанное является причиной, сдерживающей широкое внедрение в промышленность производства прессованных изделий из древесно-клеевых масс с одновременной отделкой их поверхности.

Глава II. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Целью данной работы является исследование и обоснование технологии приготовления древесно-клеевых прессмасс и изготовление из них изделий бытового назначения. Выбор данного направления позволяет рационально использовать отходы древесины и получать облицованные прессизделия невысокой плотнос-

ти с достаточно хорошими физико-механическими свойствами. Решение такой задачи, несомненно, актуально, так как позволит дать народному хозяйству недорогие детали и изделия самого широкого назначения.

На первом этапе дано обоснование двухстадийной технологии прессования изделий с одновременной отделкой их поверхности. Показано, что первой операцией такой технологии должно быть холодное брикетирование прессмассы. Далее, при второй операции, должно осуществляться горячее прессование брикета, обложенного слоями облицовочного материала.

Последовательность перечисленных операций обусловлена тем, что обеспечение качественного облицовывания поверхности изделий возможно лишь при условии предварительного снятия деформаций прессмассы при холодном брикетировании ее.

Учитывая, что горячее прессование облицованных прессизделий осложнено затруднительным удалением летучих продуктов, необходимо уделить внимание стадии приготовления пресскомпозиций. Одним из важнейших факторов является влажность прессмассы. Избыток ее будет приводить к дефектам в виде расслоения изделий и отделения крошащего слоя. Поэтому необходимо определить оптимальное содержание влаги в приготовляемых пресскомпозициях, которое позволило бы обеспечить достаточную текучесть прессмассы в горячей прессформе и качественное облицовывание и упрочнение получаемых изделий.

Сказанное обязывает предусматривать равномерное нанесение клеевого раствора на поверхность частиц наполнителя, а затем подсушивание переувлажненной массы. На стадии подсушивания важно предупредить отверждение связующего. Поэтому необходимо провести специальные эксперименты по определению жизнеспособности карбамидных клеев на стадии подсушивания прессмассы.

По нашему мнению, кинетика удаления влаги из прессмассы будет соответствовать уравнению скорости ее подсушивания:

$$\frac{dW_{п.м.}}{d\tau_{п.м.}} = -K \frac{1}{\tau_{п.м.}} \quad (1)$$

где: $W_{п.м.}$ - влажность пресскомпозиции, %;

6

$\tau_{п.м.}$ - время подсушивания, мин;

K - численный коэффициент пропорциональности, количественно зависящий от таких факторов, как температура, скорость движения воздуха и т.д.

Интегрирование уравнения (1) дает выражение процесса подсушивания в интегральной форме:

$$W_{п.м.} = -K \ln \tau_{п.м.} + W_{0п.м.} \quad (1a)$$

Время жизнеспособности карбамидного клея будет зависеть от температуры, согласно закономерности Аррениуса:

$$\lg \frac{\tau_{ж.1}}{\tau_{ж.2}} = - \frac{E}{2.3R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (2)$$

где: $\tau_{ж.1}$ и $\tau_{ж.2}$ - время жизнеспособности клея при разных температурах, мин;

T_1 и T_2 - температуры режимов подсушивания, градусы по Кельвину;

E - энергия активации, для карбамидных смол равная 18 ккал;

R - газовая постоянная.

Жизнеспособность клеевых растворов зависит от количества отвердителя. Эта зависимость может быть описана следующим уравнением, при условии использования хлористого аммония:

$$\frac{\tau_{ж.1}}{\tau_{ж.2}} = \frac{\sqrt{N_{отв.2}}}{\sqrt{N_{отв.1}}} \quad (3)$$

где: $N_{отв.1}$ и $N_{отв.2}$ - количество введенного хлористого аммония для разных режимов отверждения, в процентах к сухой карбамидной смоле.

В теоретической части особо рассмотрены факторы, определяющие брикетирование прессмассы. Показано, что поведение высоконаполненных прессмасс можно выразить механической моделью, отражающей поведение как древесных частиц (Д), так и полимера (П):

$$DP = H - K | H - K - N \quad (4)$$

где: H - элемент Гука;

K - элемент Кельвина;

N - элемент Ньютона.

Наблюдения за характером деформации древесины и полимер-

7

ных тел дает основание показать кинетику реологических свойств пресскомпозиций как на стадии уплотнения, так и на стадии релаксации брикетов после снятия нагрузки (рис. I).

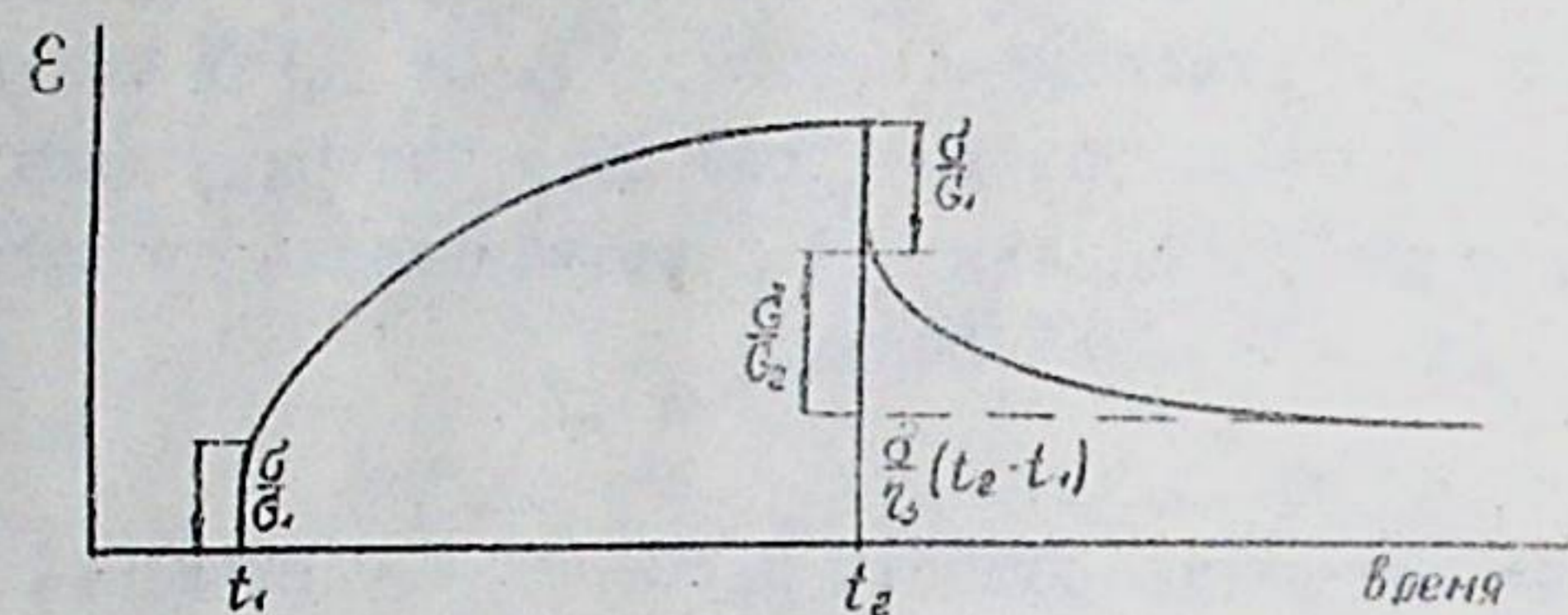


Рис. I. Изменение деформации прессматериала при воздействии постоянной нагрузки и после снятия давления.

Задачей реологического метода является не только создание механической модели изучаемой системы, но и математическое выражение ее поведения. В нашем случае, при некоторых допущениях, поведение прессмасс можно показать уравнением, учитывающим сумму трех видов деформаций:

$$\varepsilon = \sigma \frac{1}{G_1} + \sigma \frac{1}{G_2} (1 - e^{-\frac{t}{\tau_r}}) + \sigma \frac{1}{2} t, \quad (5)$$

где: ε - относительная деформация;
 σ - напряжение сдвига;
 t - время действия напряжения;
 τ_r - время релаксации;
 G_1 - модуль мгновенной упругости;
 G_2 - модуль запаздывающей упругости.

Детальное изучение реологических свойств таких сложных систем, как высоконаполненные древесно-клеевые прессмассы, довольно сложно. Поэтому поведение таких систем описывается уравнением Кольрауша, которое достаточно хорошо соответствует таким телам, как древесина и аморфные полимеры:

$$\sigma = \sigma_0 \cdot e^{-\left(\frac{t}{\tau_r}\right)^k} + \sigma_{\infty} \quad (6)$$

где: σ - напряжение в брикете в момент времени t ;
 σ_0 - максимальная величина (релаксирующей) переменной части напряжения;
 σ_{∞} - равновесное напряжение в теле по окончании релаксирующего процесса;

τ - время релаксации;

K - постоянная, характеризующая материал брикета.

Для определения влияния основных факторов брикетирования на плотность и прочность формируемых брикетов целесообразно последовательно изучать роль всех факторов, а затем найти обобщенные функции:

$$\rho_{\delta} = f(N_{св.}, G_n, W_{п.п.}, P_{уд}) \quad (7)$$

где: ρ_{δ} - плотность брикета, кг/м³;
 $N_{св.}$ - количество связующего, %;
 G_n - насыпной вес наполнителя, кг/м³;
 $W_{п.п.}$ - влажность прессмассы, %;
 $P_{уд}$ - удельное давление прессования, кгс/см².

$$\sigma_{изг.б} = \varphi(N_{св.}, G_n, W_{п.п.}, P_{уд}) \quad (8)$$

где: $\sigma_{изг.б}$ - предел прочности брикета при статическом изгибе, кгс/см².

Последним разделом данной работы являлось изучение оптимальных условий, определяющих стадию горячего прессования изделий. Учитывая, что процесс формирования изделий из высоконаполненных прессмасс в горячих прессформах зависит от многих факторов, в данной работе сочтено целесообразным получить соотношение влияния определяющих факторов прессования на плотность и прочность прессуемых изделий. Характер изменения плотности прессизделий будет обратно-пропорциональным времени прессования:

$$\frac{d\rho_{о.изд.}}{dt_{пр}} = A \frac{1}{\tau_{п.р.}} \quad (9)$$

$$\text{или} \quad \rho_{изд} = A \lg \tau_{п.р.} + \rho_{о.изд.} \quad (9a)$$

где: $\rho_{о.изд.}$ и $\rho_{изд}$ - плотность изделия в начальный и заданный момент прессования, кг/см³;
 $\tau_{п.р.}$ - продолжительность прессования, мин/мм;

Конечным этапом должно быть получение обобщенной зависимости следующего вида:

$$\sigma_{изг.изд} = f(P_{уд}, t, N_{св.}, W_{п.п.}, G_n, \tau_{п.р.}) \quad (10)$$

где: $\sigma_{изг.изд}$ - предел прочности изделия при статическом изгибе, кгс/см².

Как отмечено, в настоящей работе поставлена цель получения изделий с одновременной отделкой их поверхности в процессе горячего прессования. Облицовочный слой будет играть роль армирующей обкладки по всей поверхности изделия. Это особенно важно, так как бытовые изделия должны быть легкими и в то же время прочными. Такие изделия могут быть получены при сравнительно невысоких удельных давлениях. Можно полагать, что облицовывание изделий по всей их поверхности слоем бумаги, содержащей значительное количество связующего, обеспечит надежное соединение наружного слоя покрытия и массе прессизделия и придаст им необходимую прочность.

Естественно, что свойства получаемых облицованных изделий можно обнаружить путем анализа их физико-механических показателей. Для этого следует провести соответствующие испытания получаемых необлицованных и облицованных образцов.

Глава III. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При проведении экспериментов по разработке новой двухстадийной технологии изготовления облицованных изделий в качестве наполнителя пресскомпозиций были использованы отходы производства в виде частиц древесины (опилки и мелкие стружки) фракции - 5/8; 3/2 и 2/1, с насыпным весом, соответственно - 143; 168 и 200 кг/м³. Исходная влажность наполнителя составляла 8-20%, после подсушивания - 3-4%.

В качестве связующего была взята карбамидная смола отечественного производства марки УКС (ГОСТ 14231-69). Клеевой раствор получался путем введения хлористого аммония (ГОСТ 2210-51) в качестве отвердителя и разбавления водой до 50-процентной концентрации.

Для изучения стадии подсушиванияготавливаемых прессмасс и определения при этом жизнеспособности нанесенного на древесные частицы клея были предусмотрены специальные опыты. В этих опытах определялись оптимальное количество отверждающего агента, температура и время подсушивания, обеспечивающие сохранение жизнеспособности связующего. Такие серии опытов выполнены путем отверждения небольших порций карбамидного клея, помещенных в стеклянные биксы. Отверждение образцов

клея проводилось при температурах от 20° до 100°С и содержания NH_4Cl от 0,25% до 3,0%.

Для обеспечения экспериментов по второму этапу работы - холодному брикетированию прессмасс предусмотрены две серии опытов. Вначале изучались реологические свойства прессмасс в процессе брикетирования их и поведение готовых брикетов, после снятия давления. Для этих целей использовалась глубокая металлическая прессформа с внутренней полостью диаметром 80 мм. Уплотнение прессмассы осуществлялось на испытательной машине УММ-5. Такие опыты были проведены кинетическим методом с целью получения характеристик, подобных показанной на рис. 1.

Поведение сформованного брикета после снятия нагрузки изучалось по изменению его размеров в вертикальной и горизонтальной плоскости на специально изготовленном приборе. В этих опытах была изучена зависимость плотности брикетов от свойств прессмассы (влажность, количество связующего, размеры частиц наполнителя) и условий прессования (удельное давление, длительность действия нагрузки).

Второй серией опытов предусмотрено изучение влияния вышечисленных факторов на прочностьготавливаемых брикетов. С этой целью нами формовались брикеты в специальной металлической прессформе с внутренним сечением 150x100 мм. Брикетыв испытывались на специальном устройстве, позволяющем количественно определять прочность при разрушении их.

Третий этап экспериментальных работ посвящен исследованию процесса горячего прессования брикетов из прессмасс. Данный этап выполнен двумя параллельными сериями опытов. В одной из них изучался процесс приготовления необлицованных изделий, в другой - облицованных крошкой бумагой (МВТУ 18 № 1Б-62), пропитанной карбамидной смолой марки ММ-54У.

Прессование образцов производилось на гидравлическом прессе мощностью 100 т модели ВНО-916. Пресс был оборудован нагревательными плитами и автоматическим регулятором времени и температуры прессования. Образцы прессовались в специальной прессформе и имели размеры 240x240x10 мм. Такая прессформа позволяла на первом этапе получать холодные брикеты, а на

последующем этапе — осуществлять горячее прессование как необлицованных, так и облицованных изделий. Выбранные размеры формируемых образцов мотивировались необходимостью проведения ряда физико-механических испытаний получаемых изделий.

Варьирование влажности исходной прессмассы, количества связующего, размеров частиц наполнителя, температуры горячего прессования, удельного давления и длительности выдержки изделия в горячей прессформе позволяло получить основную информацию для установления оптимальных условий приготовления облицованных изделий из высоконаполненных древесно-клеевых масс.

На этом же этапе работы предусмотрены испытания получаемых образцов на предел прочности при статическом изгибе на испытательной машине УММ-5. Испытания на предел прочности при растяжении перпендикулярно поверхности изделий производились тоже на этой машине с использованием специальной приставки.

В работе были проведены испытания всех образцов на водопоглощение и разбухание. Такие испытания выполнялись согласно существующих методик. Кроме этого, были сделаны испытания по определению шероховатости поверхности изделий с помощью профилографа ПП-3. Особой серией опытов проанализировано влияние количества слоев облицовочной бумаги на прочность и качество поверхности получаемых изделий.

Планирование перечисленных серий опытов экспериментальной работы предусмотрено так, чтобы использовать получаемые результаты многократно при анализе влияния факторов, определяющих процесс холодного брикетирования и горячего прессования изделий. При определении наиболее ответственных показателей прессуемых изделий, как прочностные характеристики и т.д. нами предусматривалась статистическая обработка получаемых экспериментальных данных. Результаты экспериментов, согласно перечисленной программы работы, приводятся ниже.

Глава IV. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

На первом этапе экспериментальной работы необходимо было определить пределы жизнеспособности раствора связующего —

карбамидного клея в условиях подсушивания пресскомпозиций. В специальных сериях опытов проводилось отверждение клея на основе смолы УКС с различным содержанием хлористого аммония (от 0,25% до 3,0%) при различных температурах (от 20°C до 100°C).

По этим данным были построены графические зависимости влияния температуры на жизнеспособность образцов клея. Обработка этих данных позволила установить, что эта зависимость соответствует закономерности Аррениуса (уравнение 2). Далее по этим же опытным данным получены графики влияния количества отверждающего агента на время гелеобразования клеев. В этом случае количественная роль отвердителя представлена графиком, подтверждающим ранее показанное уравнение (3).

Графики, выражающие влияние температуры и отвердителя на жизнеспособность карбамидных клеев, рекомендованы в качестве диаграмм (рис. 2 и 3) для определения времени гелеобразования связующего для заданного заданных условий подсушивания прессмасс. Для получения исходных данных такому определению должен предшествовать один лабораторный опыт по отверждению клея. Жизнеспособность клеевого раствора определяется следующим образом. Порция клея 50%-ной концентрации (20 г) содержащего 1% хлористого аммония отверждается в сушильном шкафу при 70°C (t_1), устанавливается время гелеобразования (τ_1). Далее с помощью диаграммы (рис. 2) при необходимости производится определение времени гелеобразования (τ_2) для другой температуры (t_2).

Многочисленные опыты по определению жизнеспособности образцов карбамидного клея показали, что наиболее оптимальными условиями подсушивания пресскомпозиций является температура 50°C, длительность подсушивания 30 мин. при содержании хлористого аммония 1%.

Исследование кинетики подсушивания прессмасс дало возможность графическим путем подтвердить дифференциальное уравнение (1) скорости удаления влаги.

Подобно предположенному уравнению (1а) кинетики в интегральной форме по экспериментальным данным получения следующая

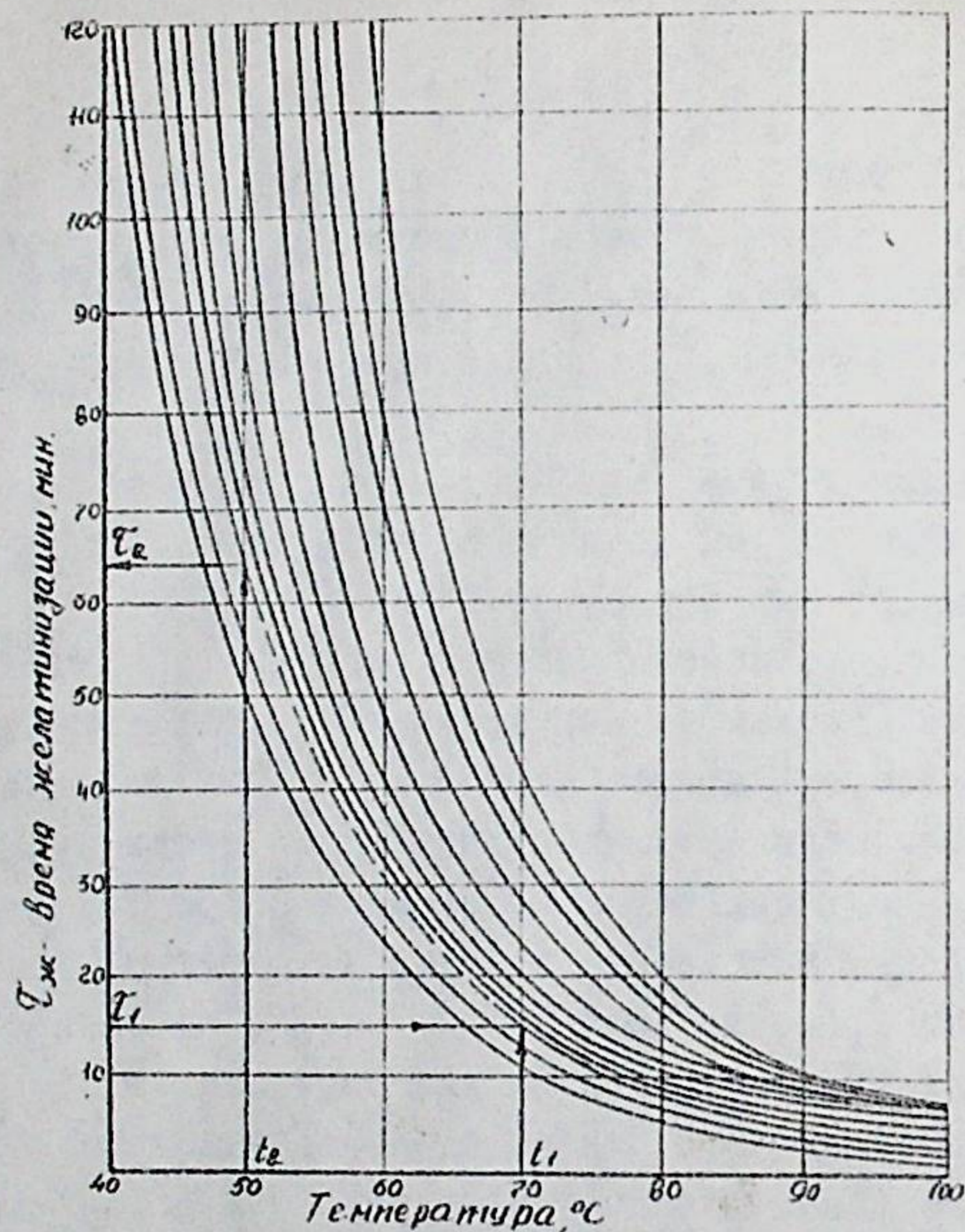


Рис. 2. Диаграмма для определения времени гелеобразования карбамидных клеев, при изменении температуры (содержание отвердителя постоянное).

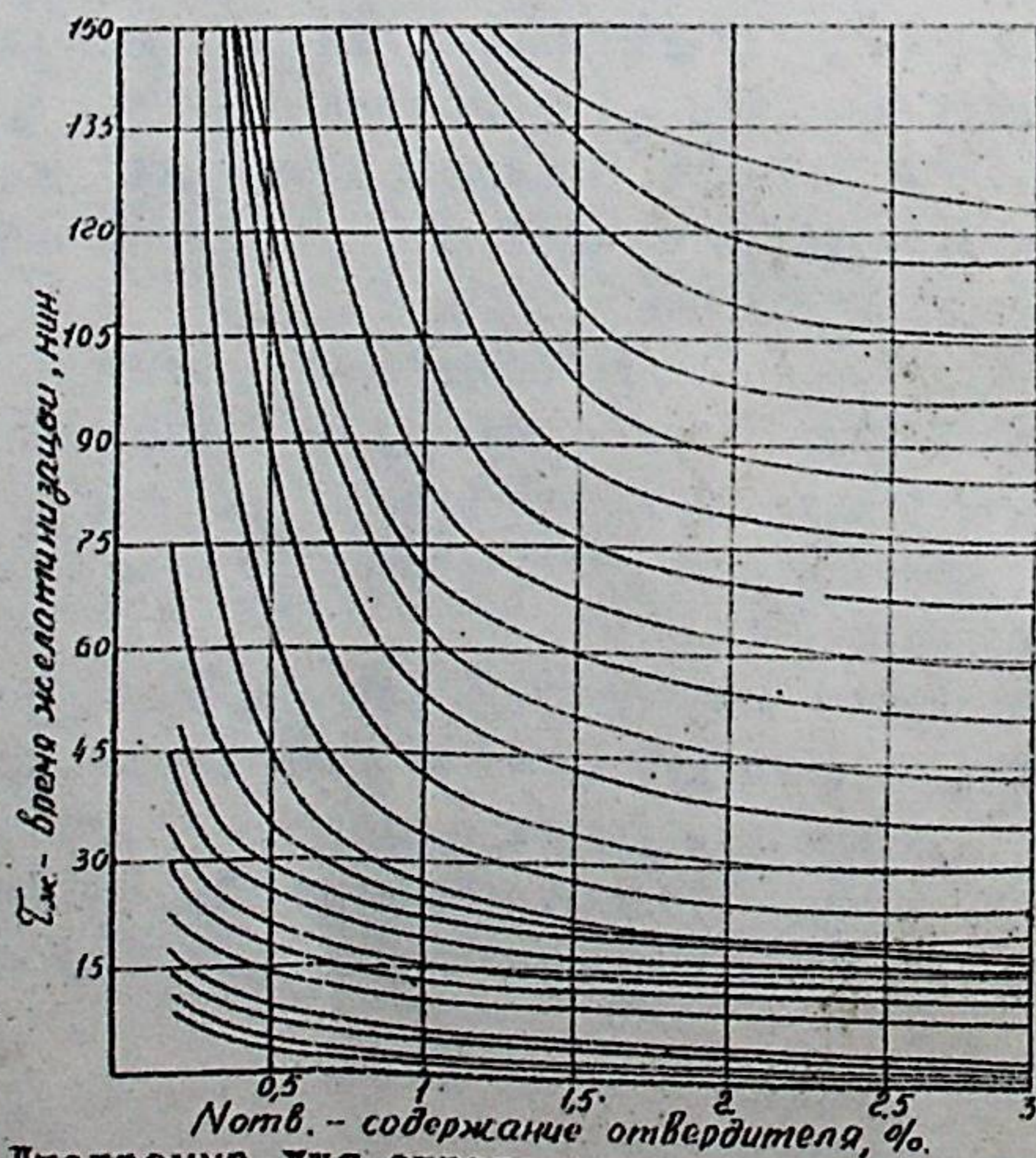


Рис. 3. Диаграмма для определения времени гелеобразования карбамидных клеев при изменении дозы отвердителя (температура постоянная).

зависимость влажности прессмассы от времени подсушивания.

$$W_{п.м.} = -10.2 \lg T_{п.м.} + 22 \quad (11)$$

Следующий этап экспериментов посвящен изучению поведения древесно-клеевых прессмасс при холодном брикетировании. Как отмечалось в методической части, на данном этапе были получены графические зависимости реологических свойств прессмасс при их брикетировании и релаксации брикетов. Опыты были выполнены при различной влажности прессмассы ($W_{п.м.}$), разном содержании связующего ($N_{св.}$), переменных размерах древесных частиц (G_n), а также воздействии различных удельных давлений ($P_{уд}$). Такой материал представлен в диссертации графически, где полученные зависимости подобны кривой, показанной на рис. 1. На основании этого был сделан вывод, что результаты экспериментов полностью соответствуют принятой нами предпосылке (уравнения 4 и 5).

Дальнейшая обработка этих же экспериментальных данных позволила нам графическим путем показать соответствие полученных результатов уравнению Кольрауша (6). Таким образом, несмотря на сложность состава пресскомпозиций, механическая модель их не очень сложна и подобна моделям древесины и аморфных полимеров.

Используя эти опытные данные, автор получил сравнительно несложные соотношения зависимости плотности формируемых брикетов от времени действия нагрузки при различных свойствах прессмасс и условий брикетирования:

$$\rho_{\delta} = A \cdot T_n^n \quad (12)$$

где: A - численный коэффициент, зависящий от данного изучаемого фактора ($N_{св.}, W_{п.м.}, G_n, \text{ и } P_{уд}$), значения которого соответственно менялись;

n - показатель степени, величина которого зависит от всех прочих условий прессования и свойств прессмассы, за исключением изучаемого фактора;

T_n - время действия нагрузки, мин.

Подобная зависимость получена и для стадии распрессования брикетов:

$$\rho_{\delta, \text{max}} - \rho_{\delta} = A' \cdot T_p^{n'} \quad (13)$$

где: $\rho_{\text{max}} - \rho_{\delta}$ - разность максимальной плотности и плотности в процессе релаксации брикета;
 A' и N' - коэффициенты, физический смысл которых та-
 кой же, как коэффициентов A и N в уравне-
 нии (12), но применительно к стадии рас-
 прессовывания брикетов.

В диссертации приводится таблица значений коэффициентов A , A' и N , N' . Такие зависимости были получены для различных размеров частиц наполнителя, разного содержания связующего и влаги в прессмассах, различных удельных давлений и разной продолжительности прессования. Данные соотношения могут использоваться для расчетного определения плотности получаемых брикетов с учетом свойств пресскомпозиций и условий их прессо-
 вания.

Затем в работе были получены количественные соотношения влияния насыпного веса (G_n) и количества связующего (N_{cb}) на величину плотности формуемых брикетов (ρ_{δ}):

$$\rho_{\delta} = 1,14 \cdot G_n + 120 \quad (14)$$

$$\rho_{\delta} = 4,5 \cdot N_{cb} + 28 \quad (15)$$

Далее, подобным путем, показана роль влажности прессмассы ($W_{пм}$), удельного давления ($P_{уд}$) и времени действия нагруз-
 ки в процессе прессования (T_n):

$$\rho_{\delta} = 38,8 \cdot W_{пм} + 79 \quad (16)$$

$$\rho_{\delta} = 2,3 \cdot P_{уд} + 228 \quad (17)$$

$$\rho_{\delta} = 258 \cdot T_n^{0,05} \quad (18)$$

В заключение данного этапа нами получена обобщенная зави-
 симость влияния основных факторов на плотность формуемых бри-
 кетов:

$$\rho_{\delta} = 0,57 \cdot P_{уд} + 0,07 \cdot G_n + 0,28 \cdot N_{cb} + 4,1 \cdot W_{пм} + 129 \cdot T_n^{0,05} + 93 \quad (19)$$

Поскольку расчеты по такому уравнению довольно громоздки, ав-
 тор приводит в диссертации диаграмму, позволяющую графическим
 путем находить плотность брикетов из древесно-клеевых компози-
 ций при любых заданных условиях.

В следующей серии опытов изучалась прочность брикетов
 ($\sigma_{изг.д}$) и зависимость ее от основных факторов при брикетирова-

нии прессмасс. В диссертации приводятся графики полученных
 зависимостей, а также математическая обработка их. В ре-
 зультате такой обработки поэтапно получены соотношения
 влияния количества связующего, влажности прессмассы и раз-
 меров частиц наполнителя на предел прочности брикетов при
 статическом изгибе ($\sigma_{изг.д}$):

$$\left(\frac{1}{\sigma_{изг.д}} - 12,3 \frac{1}{N_{cb} - 5,7} - 2,2 \right) (W_{пм} - 4,5) = 0,13 G_n - 21,5 \quad (20)$$

Далее изучалось влияние на $\sigma_{изг.д}$ удельного давления,
 в результате чего получено следующее соотношение:

$$\left(\frac{1}{\sigma_{изг.д}} - 12,3 \frac{1}{N_{cb} - 5,7} - 2,2 \right) (W_{пм} - 4,5) = 29,4 (P_{уд} - 22)^{1,68} G_n + 24,7 \lg (P_{уд} - 24,7) - 54,6 \quad (21)$$

В итоге, обобщенная зависимость всех перечисленных фак-
 торов на $\sigma_{изг.д}$ выражена уравнением вида:

$$\sigma_{изг.д} = \frac{1}{29,4 (P_{уд} - 22)^{1,68} G_n + 24,7 \lg (P_{уд} - 24,7) - 54,6 + 12,3 \frac{1}{N_{cb} - 5,7} - 2,2} (W_{пм} - 4,5) \quad (22)$$

Так как расчетное определение прочности довольно громоздко,
 в диссертации разработана диаграмма, позволяющая легко и
 быстро находить значения прочности брикета для любых заведо-
 мо заданных условий (рис. 4). Наблюдения показали, что опти-
 мальное удельное давление при холодном прессовании должно
 быть в пределах 75-100 кгс/см². Время прессования - 0,5 мин.

Третий этап экспериментальной части работы посвящен ис-
 следованию влияния различных факторов на плотность и проч-
 ность изделий, получаемых горячим прессованием. На данном
 этапе, как отмечено в методической части, изготавливались не-
 облицованные и облицованные образцы, которые затем испыты-
 вались на предел прочности при статическом изгибе, предел
 прочности при растяжении и другие физико-механические и тех-
 нологические характеристики. Так, например, предел прочности
 при статическом изгибе образцов, в зависимости от количества
 связующего, выражается соотношениями:

$$\begin{aligned} & \text{— для облицованных образцов} \\ & \frac{1}{\sigma_{изг.изд}} = 9,5 \frac{1}{N_{cb}} \cdot 10^{-3} + 3,1 \cdot 10^{-3} \quad (23) \end{aligned}$$



- для необлицованных образцов

$$\frac{1}{\sigma_{изг.изд}} = 2.22 \frac{1}{N_{св}} \cdot 10^{-2} + 4.34 \cdot 10^{-3} \quad (23a)$$

Далее, подобным образом, было изучено влияние влажности исходных прессмасс, температуры прессования и плотности получаемых изделий на $\sigma_{изг.изд}$. Обобщение этих результатов позволило получить следующие соотношения:

- для облицованных образцов

$$\left\{ \left(\frac{1}{\sigma_{изг.изд}} - 3.1 \cdot 10^{-3} \right) N_{св} - 1.3 \cdot 10^{-3} \right\} (W_{плм} - 2.5) \cdot 4 \cdot 10^{-2} \{ (t - 97) \} = 1660 \frac{1}{\rho_{изд} - 625} - 7.16 \quad (24)$$

- для необлицованных образцов

$$\left\{ \left(\frac{1}{\sigma_{изг.изд}} - 4.34 \cdot 10^{-3} \right) N_{св} + 5.77 \cdot 10^{-3} \right\} (W_{плм} - 0.5) - 18.5 \cdot 10^{-2} \{ (t - 105) \} = 4620 \frac{1}{\rho_{изд} - 550} - 19.3 \quad (24a)$$

Затем была установлена зависимость влияния на прочность изделий размеров частиц наполнителя. При этом, ввиду громоздкости получаемых уравнений, нами введены следующие обозначения:

- для облицованных образцов

$$\left\{ \left(\frac{1}{\sigma_{изг.изд}} - 3.1 \cdot 10^{-3} \right) N_{св} + 1.3 \cdot 10^{-3} \right\} (W_{плм} - 2.5) \cdot 4 \cdot 10^{-2} \{ (t - 97) \} + 7.16 = B$$

$$\frac{1}{B(\rho_{изд} - 625) - 1450} = -1.1 \cdot 10^{-4} G_n + 2.87 \cdot 10^{-2} \quad (25)$$

- для необлицованных образцов

$$\left\{ \left(\frac{1}{\sigma_{изг.изд}} - 4.34 \cdot 10^{-3} \right) N_{св} + 5.77 \cdot 10^{-3} \right\} (W_{плм} - 0.5) - 18.5 \cdot 10^{-2} \{ (t - 105) \} + 19.3 = B$$

$$\frac{1}{B(\rho_{изд} - 550) - 3865} = -7.72 \cdot 10^{-5} G_n + 1.84 \cdot 10^{-2} \quad (25a)$$

На дальнейшем этапе, при исследовании влияния времени выдержки изделий в горячей прессформе, получены обобщенные зависимости вида:

- для облицованных образцов

$$18 \frac{1}{B(\rho_{изд} - 625) - 1450} - 2.87 \cdot 10^{-2} = -1.62 \cdot 10^{-5} \frac{1}{G_n - 2.1} - 8.7 \cdot 10^{-5} \quad (26)$$

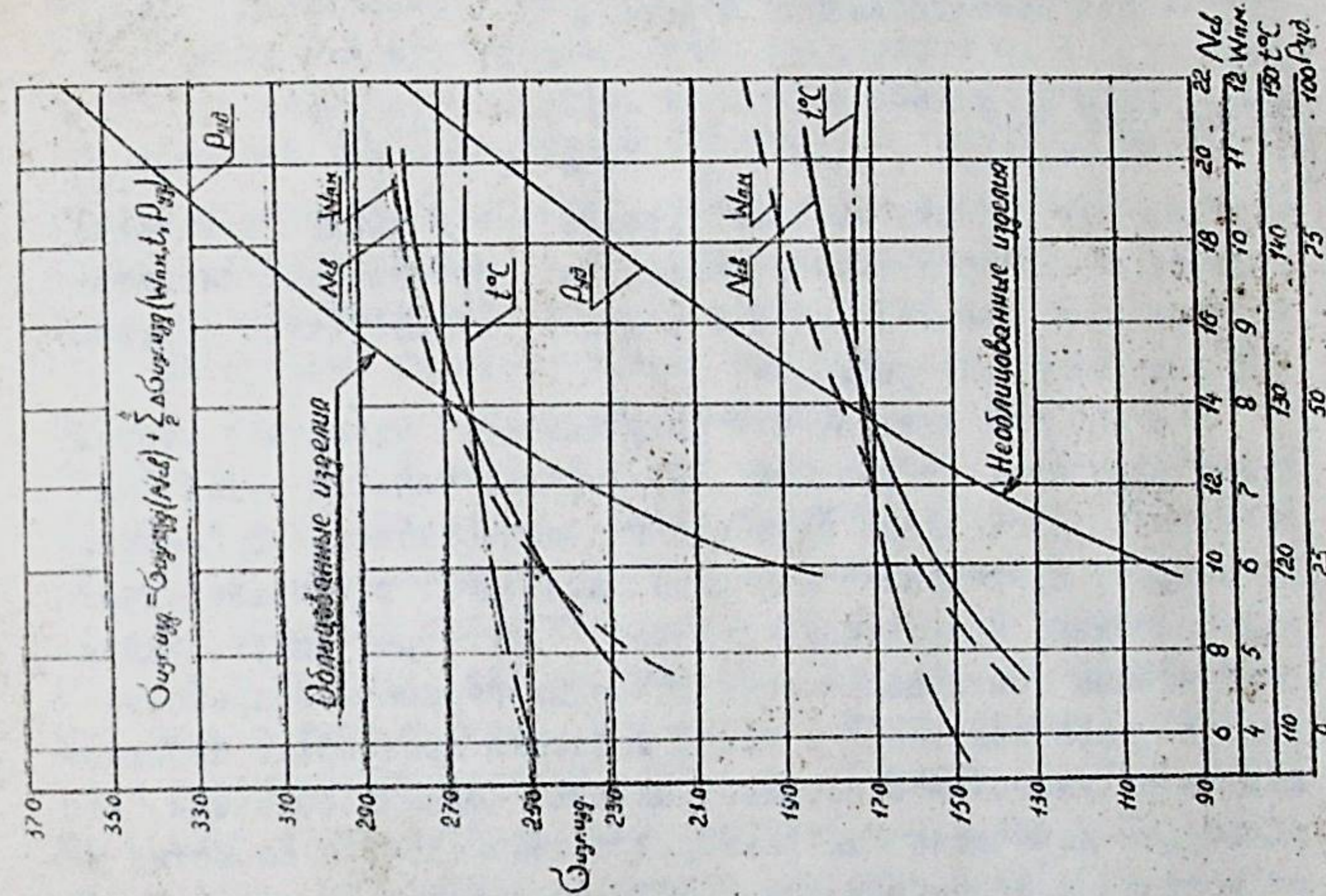


Рис. 5. Диаграмма для определения прочности облицованных и необлицованных изделий ($\sigma_{изг.изд}$ - предел прочности при ста-

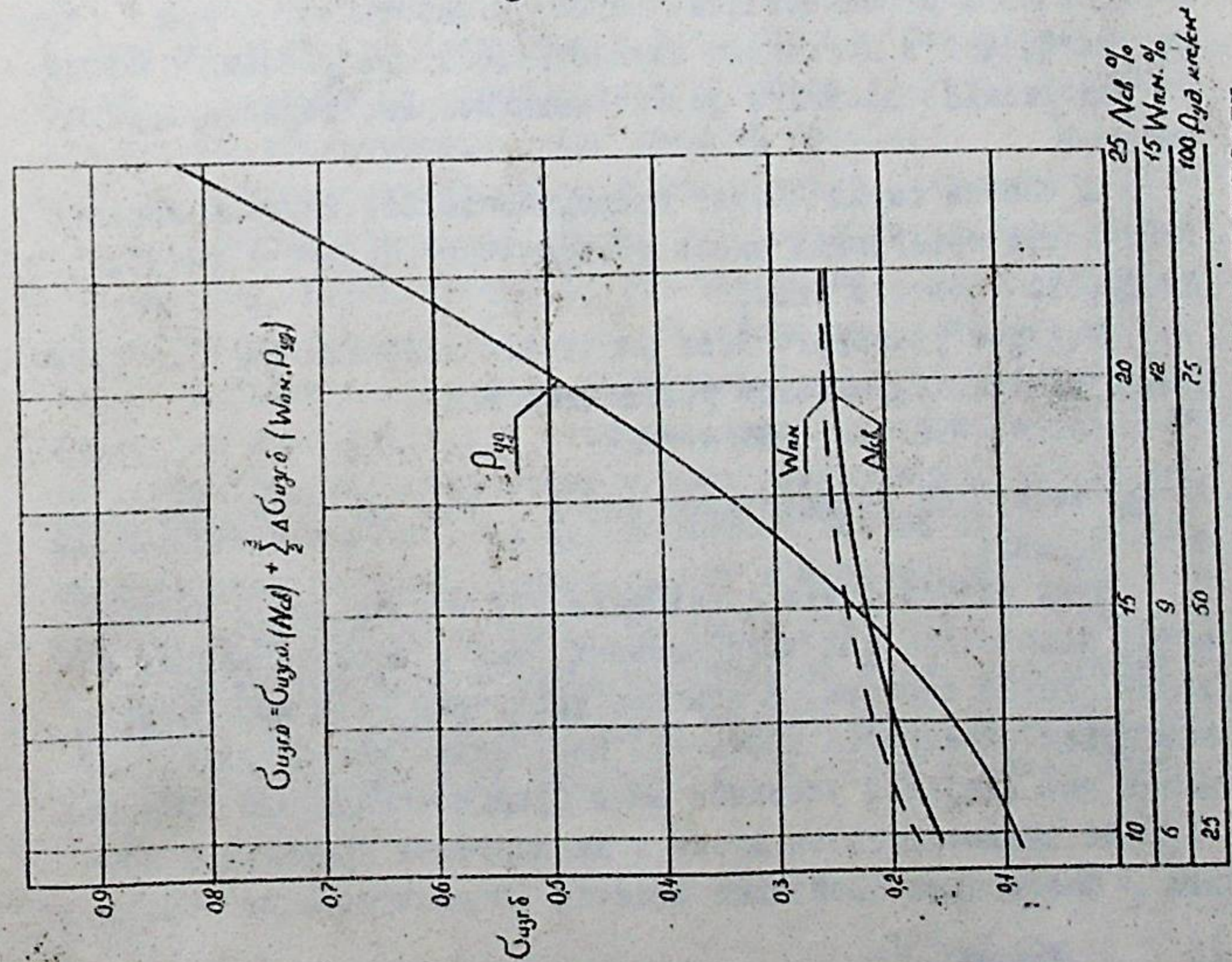


Рис. 4. Диаграмма для определения прочности облицованных и необлицованных изделий ($\sigma_{изг.изд}$ - предел прочности при ста-

- для необлицованных образцов

$$\frac{1}{B'(\rho_{изд} - 550) - 3865} - 1,84 \cdot 10^{-2} = -2,95 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\tau_{пр} - 0,4} - 6,98 \cdot 10^{-5} \quad (26a)$$

Так как расчеты по таким уравнениям довольно трудоемки, в диссертации предлагается определять прочностные характеристики прессуемых изделий с помощью разработанной диаграммы, показанной на рис.5.

Нам представляется, что полученные результаты работы имеют определенную ценность. Во-первых, влияние различных факторов представлено в работе в количественном выражении. Во-вторых, приведенная диаграмма позволяет в производственных условиях, практически в течение двух-трех минут, найти оптимальные соотношения всех основных параметров прессования, с целью получения изделий желаемой прочности. Наблюдения за полученными экспериментальными данными показали, что роль всех перечисленных факторов сказывается на свойствах необлицованных и облицованных образцов однотипно, с той лишь разницей, что в последнем случае эффект армирования позволяет значительно повышать физико-механические характеристики изделий.

В особой серии опытов экспериментально изучено влияние количества армирующих слоев облицовочной бумаги с учетом плотности кроющего слоя.

Влияние удельного веса листового покрытия (m) на прочность изделий выражается уравнением вида:

$$\sigma_{изг.изд} = 0,328 \cdot m + 165 \quad (27)$$

Коэффициент 165 представляет собой $\sigma_{изг.изд}$ необлицованного образца.

Этой зависимостью (уравнение 27) охватываются прочностные показатели как облицованных, так и необлицованных изделий. Таким образом, с помощью уравнения 27 можно расчетным путем определять прочность получаемых облицованных изделий при заданном удельном весе бумажно-смоляного покрытия.

На заключительном этапе в диссертации приводятся данные о физических свойствах изделий (водопоглощение, разбу-

хание) с облицованной и необлицованной поверхностью. Эти данные приведены в диссертации в виде графиков. Испытаниями образцов установлено, что оптимальным количеством связующего является 15% карбамидного клея (в пересчете на сухой продукт); влажность исходных прессмасс должна быть не более 8%; насыпной вес наполнителя - 200 кг/м³; удельное давление прессования - 40-60 кгс/см²; температура прессования - 140°C. Время выдержки изделия в горячей прессформе должно быть 0,8 мин. на один миллиметр толщины прессуемого изделия.

Интересные результаты получены при определении шероховатости поверхности изделий. Оказывается, что один слой облицовочной бумаги позволяет получать изделия с поверхностью высокого качества (д 10 - класса шероховатости по ГОСТ 7016-68) рис.6. Опыты по многослойному армированию изделий показали, что качество поверхности изделий остается почти таким же, как и при однослойном покрытии (при использовании мелких частиц наполнителя). При многослойном покрытии наблюдается некоторое увеличение прочности образцов, поэтому многослойное облицовывание можно рекомендовать для изготовления изделий повышенной прочности. Уместно подчеркнуть, что повышение качества поверхности и прочности облицованных изделий (в отличие от необлицованных) обеспечивается в основном первым облицовочным слоем кроющей бумаги.

На заключительном этапе в диссертации приводятся данные по экономической эффективности производства прессованных изделий. Здесь показано, что внедрение новой технологии позволяет развернуть массовое производство качественных изделий бытового назначения, рационально использовать отходы древесины и получать при этом значительный экономический эффект. Так народнохозяйственная эффективность при внедрении разработанного метода на деревообрабатывающих предприятиях Министерства местной промышленности и Министерства бытового обслуживания населения РСФСР по нашим расчетам (в случае использования 50% всех отходов предприятий этих министерств) составит: 282,4 млн.рублей. Срок окупаемости при организации этих производств на предприятиях средней и малой мощно-

сти (580-600 тонн прессидалий в год) - по указанным ведом-
ствам составит ≈ 3 -х лет.

Применение отходов для производства прессидалий с об-
лицованной поверхностью самого различного назначения, в том
числе и для быта советских людей, позволит решить вопрос бо-
лее полного использования внутренних ресурсов предприятий.

ВЫВОДЫ

1. Научно обоснована, экспериментально и практически
подтверждена возможность изготовления деталей и изделий пу-
тем горячего прессования древесно-клеевых пресскпозиций
на основе карбамидных смол и древесных отходов, в виде мел-
ких частиц.

2. Научно обоснована и экспериментально отработана двух-
стадийная технология изготовления облицованных деталей и из-
делий из древесно-клеевых прессмасс.

3. Даны теоретические предпосылки и экспериментальные
подтверждения по кинетике подсушивания приготовляемых пресс-
масс.

4. Разработан расчетный метод определения жизнеспособ-
ности клея на стадии подсушивания прессмасс.

5. Исследовано и подтверждено, что поведение холодных
пресскпозиций при уплотнении и релаксации, подобно поли-
мерным телам, подчиняется уравнению Кольрауша. Установлены
величины упругого последействия по толщине и ширине брикета
и зависимость его от различных факторов, что необходимо учи-
тывать при проектировании прессформ.

6. Показана роль основных факторов - G_{II} , $N_{св.}$, $W_{сж.}$, $P_{уд.}$, $T_{пр.}$
на плотность и прочность брикетов. Получены обобщенные
уравнения для определения параметров плотности и прочности
брикетов по заданным свойствам прессмассы и условиям бри-
кетирования.

7. Исследована кинетика горячего прессования. Установле-
но влияние основных факторов на физико-механические свойст-
ва облицованных и необлицованных изделий из древесно-клеевых

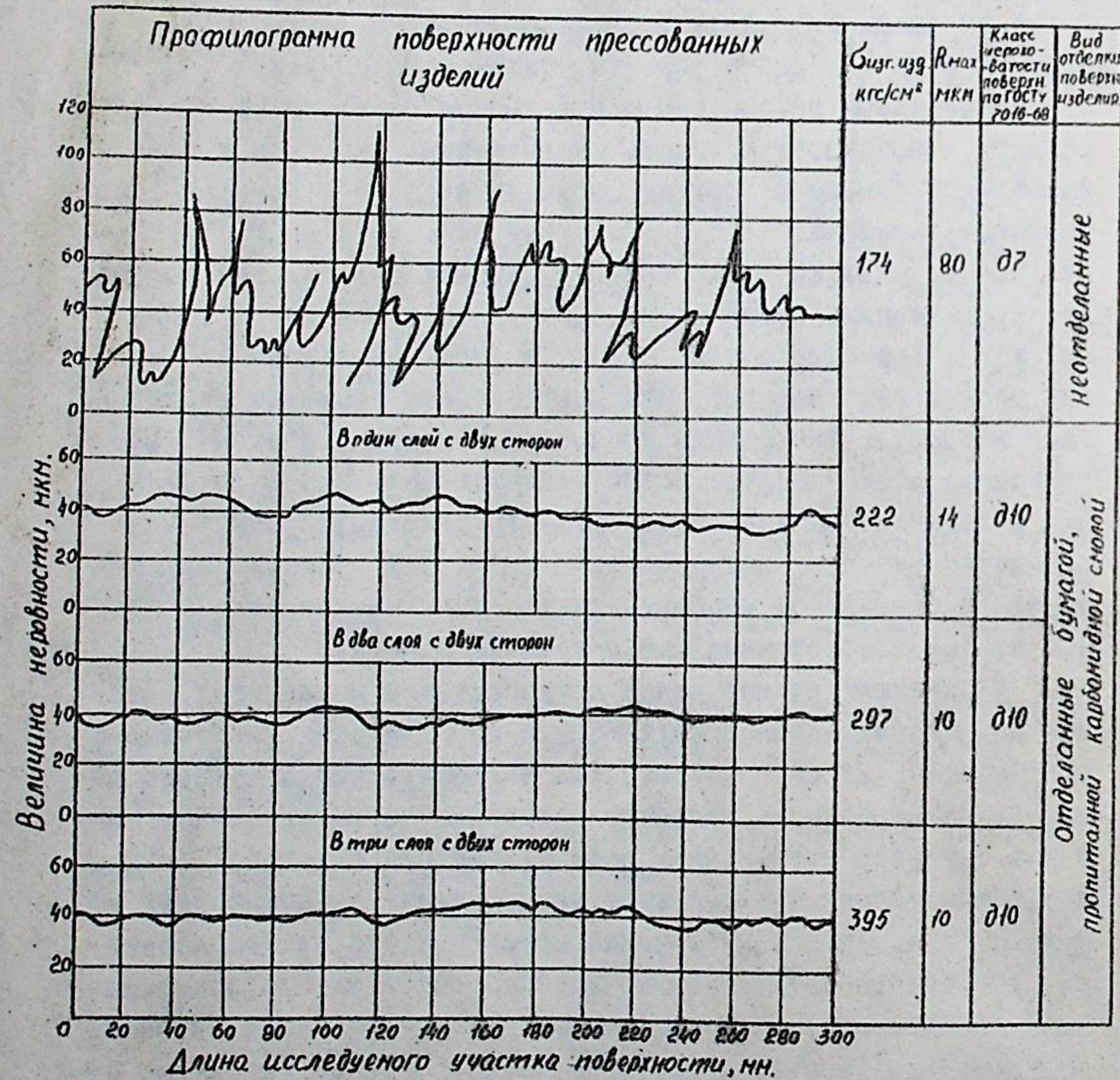


Рис. 6. Влияние количества слоев кроющей бумаги (плот-
ностью - 130 г/м²) на шероховатость поверхно-
сти и прочность прессованных изделий (фракция
стружки 2/1).

масс и дано обобщенное математическое выражение зависимости для определения прочности изделий.

8. Получены расчетные данные, показывающие экономическую эффективность производства изделий из древесно-клеевых масс.

9. Составлена производственная инструкция по внедрению технологии изготовления облицованных изделий из древесно-клеевых прессмасс.

СПИСОК СТАТЕЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Стуков П.К., Отливанчик А.Н. "Прочность и качество поверхности прессованных изделий, облицованных бумагой, пропитанной терморезистивной смолой". Реферативный журнал. ВНИИПИЭИлеспром. "Мебель" № 16, 1969.
2. Стуков П.К. "Некоторые вопросы организации производства прессованных изделий из отходов древесины на предприятиях бытового обслуживания населения". Сборник трудов МТИ, изд-во "Легкая индустрия". М., 1970.
3. Стуков П.К., Отливанчик А.Н. "Организация производства прессованных изделий из отходов древесины". ЦБТИ Минместпрома, серия УШ, вып. I, М., 1971.
4. Стуков П.К. "К вопросу о проектировании технологического процесса изготовления прессованных изделий из древесно-клеевых масс". Сборник трудов МТИ за 1971 г.
5. Стуков П.К., Отливанчик А.Н. "Организация производства облицованных мебельных щитов из отходов деревообрабатывающих производств". ЦБТИ Минместпрома, серия УШ, выпуск III, М., 1971.
6. Стуков П.К., Отливанчик А.Н., Муравьев В.С. "Краткое описание технологии производства облицованных изделий из высоконаполненных древесно-клеевых композиций путем двухстадийного прессования". ЦБТИ, МБОН РСФСР, 1972.

МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИИ ДОЛОЖЕНЫ И ОБСУЖДЕНЫ

1. На заседании кафедры "Механическая технология древесины" Московского технологического института, декабрь, 1971.

2. На заседании четырех кафедр: механической технологии древесины; общей, неорганической и органической химии; химической технологии волокнистых материалов; физической, коллоидной и аналитической химии Московского технологического института, январь, 1972 г.

3. На научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава МТИ в 1968, 1969, 1970 и 1971 гг.

4. На техническом Совете Управления деревообрабатывающей промышленности Министерства местной промышленности РСФСР, май 1971 г.

5. На техническом совещании деревообрабатывающего комбината № 7 Главмоспромстройматериалов, февраль 1971 г.

6. На техническом совещании Правдинской фабрики клавишных инструментов "Заря", апрель 1971 г.

Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства г. Пушкино
Подписано к печати 3 / I - 72г. Л-41501 Заказ № 295 тир. 200