

6  
А-11

Министерство высшего и среднего специального образования  
Узбекской ССР

---

ТАШКЕНТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

*Н. МАВЛЯНОВ*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ  
И ЗАГОТОВКИ СТЕБЛЕЙ ХЛОПЧАТНИКА

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Ташкент — 1965

Министерство высшего и среднего специального образования  
Узбекской ССР

---

ТАШКЕНТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

*МАВЛЯНОВ Н.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ  
И ЗАГОТОВКИ СТЕБЛЕЙ ХЛОПЧАТНИКА

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель,  
кандидат технических наук  
М. С. ГАНИЕВ

ТАШКЕНТ — 1965

## ВВЕДЕНИЕ

Партия и правительство придают огромное значение повышению уровня комплексной механизации и электрификации всех трудоемких процессов. Самым важным звеном технического прогресса в хлопководстве является механизация уборки раскрытой и курачной части урожая. Наряду с этим немаловажное значение имеет уборка и заготовка стеблей хлопчатника.

В настоящее время в Узбекистане для получения фурфурола, этилового спирта и других химических веществ гидролизная промышленность использует хлопковую шелуху, которая является хорошим кормом для скота. В то же время для получения таких веществ химическая промышленность вместо хлопковой шелухи с успехом может использовать стебли хлопчатника.

Узбекистан ежегодно располагает около 3 млн. тонн стеблей хлопчатника. Почти половина этого количества сырья используется населением как топливо, а остальная часть запахивается в качестве органического удобрения. Постановлением Совета Министров Узбекской ССР за № 455 от 3 августа 1964 года все гидролизные заводы республики в ближайшие 3 года должны перейти на переработку стеблей хлопчатника.

Однако, вопрос использования стеблей хлопчатника пока еще не решен из-за отсутствия хозяйственно выгодных приемов и механизмов для их приведения в удобный вид, необходимый при уборке и транспортировке, а также при дальнейшем хранении. Применяемые в настоящее время в хлопководстве гузоуборочные машины производят лишь операции корчевания и копнения стеблей в небольшие снопы.

Стебли хлопчатника, собранные волокушами, имеют малый объемный вес (в зависимости от влажности доходит до 60 кг/м<sup>3</sup>) и низкую транспортабельность; поэтому при уборке возникает необходимость обработать их так, чтобы была облегчена уборка, подготовка и транспортировка стеблей за счет увеличения объемного веса путем пакетирования.

Целью реферируемой работы явилось изучение физико-механических свойств стеблей, теоретические и экспериментальные ис-

следования процессов направленных на увеличение объемного веса стеблей, разработка технологии прессования и обоснование оптимальных параметров и режимов работы прессовальной машины.

Диссертация состоит из пяти глав: 1) изучение состояния вопроса, 2) теоретических исследований процесса прессования стеблей, 3) программы и методики экспериментальных исследований, 4) экспериментальных исследований и 5) обобщения результатов исследований.

### Состояние вопроса уборки и заготовки стеблей хлопчатника

Обзор основных работ по уборке стеблей. Работы по механизации процессов уборки стеблей хлопчатника ведутся с 1930 г. До сего времени были предложены различные конструкции машин, основанные на различных принципах работы. Недостатками этих машин явились низкие агротехнические показатели и плохая работоспособность, а также большие затраты рабочей силы для остальных операций уборочных работ. Поэтому возникла необходимость обоснования и исследования более рационального метода заготовки стеблей.

Классификация методов заготовки. Стебли хлопчатника могут быть заготовлены существующим методом, методом измельчения, брикетирования и прессования.

При заготовке стеблей существующим методом стебли выкорчевываются и собираются вручную или волокушами. Объемный вес этих стеблей колеблется в пределах 60—70 кг/м<sup>3</sup>. Это и определяет их низкую транспортабельность. С применением метода измельчения объемный вес стеблей повышается лишь в 1,5—2 раза по сравнению с цельными.

Недостатком заготовки стеблей методом измельчения является незначительное увеличение объемного веса, затруднение складирования, необходимость специально оборудованных транспортных средств для перевозки, а также возможность порчи и гниения при длительном хранении.

С применением метода брикетирования плотность прессуемых материалов достигает величины 1000—1200 кг/м<sup>3</sup>.

Однако недостатком заготовки методом брикетирования является необходимость предварительного измельчения стеблей на мелкие частицы и подсушки исходного материала. Кроме того, брикетирование требует больших давлений (800—1000 кг/см<sup>2</sup>), что невозможно без специальных установок и большого расхода энергии.

Объем продуктов при заготовке методом прессования умень-

шается в 5-6 раз и более, что повышает эффективность использования транспортных средств и помещений для хранения; так методом прессования в США заготавливается около 80% всего сена.

Выбор типа прессов. Стебли хлопчатника можно прессовать на соломовязателях и на отечественных сенных прессах. При прессовании на соломовязателях с автоматической вязкой степень прессования находится в пределах 1÷2,5, т. е. объемный вес материала увеличивается всего до 2,5 раза. На рулонных прессах объемный вес материала повышается в несколько раз. Однако, из-за резких различий в диаметре и жесткости стеблей хлопчатника и соломы, при прессовании на рулонных прессах рулона из стеблей хлопчатника не получается.

Следовательно, для прессования стеблей хлопчатника могут быть использованы прессы только поршневого типа.

Физико-механические свойства стеблей хлопчатника в период их уборки. В этом разделе нами изучались: физическое состояние, морфологическая характеристика, влажность, жесткость стеблей и ветвей при изгибе и коэффициент трения стеблей хлопчатника.

Изучением этих свойств стеблей хлопчатника установлено, что высота стеблей хлопчатника колеблется в пределах 53—130 см. Количество боковых ветвей 7—15. Урожайность влажных стеблей в зависимости от размещения растений была от 2,06 до 3,75 т/га. Средний диаметр у корневой шейки и средний вес влажных стеблей соответствовали 15,5 мм и 38,3 гр. Влажность стеблей при сухих погодных условиях колебалась в пределах 30—40%. Жесткость стеблей хлопчатника при изгибе составляет 568,9—2907 кг/см<sup>2</sup> и более. Коэффициент трения стеблей о поверхность обработанной стали доходил до 0,50.

Вопросы теории прессования солоmistых материалов. Закономерностям процесса прессования сельскохозяйственных материалов посвящено немало исследовательских работ.

В 1927 г. И. И. Вольф и А. А. Чапкевич впервые получили кривую сжатия сена и распределения усилий в массе сена по длине прессовальной камеры.

В 1937 г. проф. М. А. Пустыгин, изучая закон сжатия слоя стеблей пшеницы узкой пленкой, экспериментальным путем установил связь между напряжением сжатия в слое стеблей пшеницы и деформацией этого слоя, который выражается в виде показательной функции.

В 1938 г. Скольвейт дал параболический закон сжатия обмолоченной соломы в определенных границах

$$P = C\gamma^m,$$

где:  $P$  — удельное давление,  $\text{кГ/см}^2$ ;  
 $\gamma$  — объемный вес соломы,  $\text{кГ/м}^3$ ;  
 $C$  и  $m$  — постоянные коэффициенты для данных условий.

В работах проф. Е. М. Гутьяр, А. А. Тулинова также дается закон сжатия сена в виде показательной функции.

Исследуя процессы прессования сена в камерах малых размеров, проф. И. В. Сахаров предложил для расчета усилий на поршне следующую гиперболическую зависимость

$$P = \frac{A}{S-B} - C, \text{ кГ/см}^2,$$

где  $A$ ,  $B$ , и  $C$  — эмпирические коэффициенты;  
 $S$  — ход поршня.

В 1955 г. С. А. Алферовым и позже Е. И. Храпачом была предложена зависимость между плотностью прессования и удельным давлением в виде параболы, то есть точно так же, как у Скольвейта.

Анализы этих закономерностей показали, что наиболее приемлемой формой зависимости закона прессования является форма — параболы. Так как физико-механические свойства стеблей хлопчатника несколько отличаются от солоmistых материалов, применение закономерности в виде  $P = C\gamma^m$  для прессования стеблей хлопчатника возможно без определения коэффициента  $C$  и показателя  $m$ .

Поэтому ставится задача теоретического и экспериментального исследования процесса прессования, установления закономерности изменения удельного давления и плотности прессования, определения энергетических показателей прессования стеблей хлопчатника.

### Теоретические исследования процесса прессования стеблей

Процесс прессования. Под действием давления стебли сближаются, деформируются, образуя слой массы, который отличается от первоначальной формы меньшими зазорами между стеблями. Прессование стеблей является сложным процессом. При этом происходит сложный необратимый процесс, складывающийся из уплотнения и сжатия.

Процесс уплотнения происходит перемещением стеблей по направлению перемещения поршня. При этом стебли заполняют пустоты, образованные между ними. В конце уплотнения стебли начинают сплющиваться, требуемое давление начинает увеличиваться.

Процесс сжатия происходит тогда, когда все стебли уплотняются, то есть заполняют зазоры между стеблями и при этом начинается сплющивание стеблей. Стебли более сближаются за счет сплющивания, увеличивается упругое свойство прессуемого слоя стеблей. Процесс прессования условно можно разбить на три этапа.

1. Уплотнение за счет сближения стеблей.
2. Уплотнение за счет веток и большего сближения отдельных частей, не имевших контактов.
5. Увеличение плотности за счет сплющивания всех стеблей с применением высокого давления.

Предполагается, что процесс уплотнения содержит первый и второй этапы. При уплотнении стеблей удельное давление изменяется по кривой линии в виде параболы, а сжатие слоя стеблей сопровождается с резким возрастанием удельного давления и может подчиняться закону прямой линии.

Степень прессования и относительное прессование. Отношение объемного веса спрессованной массы стеблей к первоначальному — характеризует степень прессования стеблей. Обозначая степень прессования через  $\varepsilon$ , объемный вес спрессованных стеблей через  $\gamma$  и начальный объемный вес через  $\gamma_0$ , находим зависимость

$$\varepsilon = \frac{\gamma}{\gamma_0}. \quad (1)$$

В прессовальной камере с одинаковым поперечным сечением степень прессования равна отношению высоты  $\delta$  слоя прессуемых стеблей к высоте слоя  $h$  спрессованных стеблей

$$\varepsilon = \frac{\gamma}{\gamma_0} = \frac{\delta}{h}. \quad (2)$$

Желаемый объемный вес через степень прессования определяется

$$\gamma = \varepsilon\gamma_0 = \frac{\delta\gamma_0}{h-x}, \text{ кГ/м}^3, \quad (3)$$

где  $x$  — деформация слоя стеблей.

Влияние деформации на удельное давление. Если будем принимать закономерность для уплотнения слоя стеблей в виде

$$P = C\gamma^m, \text{ кГ/см}^2, \quad (4)$$

то отсюда видно, что удельное давление при уплотнении изменяется по кривой линии.

В формуле (4)  $C_{ит} > 0$ , а плотность  $\gamma$  изменяется от значения начального объемного веса материала  $\gamma_0$  до объемного веса материала  $\gamma_1$ , при котором удельное давление прессования не превышает величины  $3 \text{ кГ/см}^2$ .

При сжатии слоя стеблей удельное давление для прессования изменяется по прямой линии в виде следующей зависимости

$$P = A\gamma + B, \text{ кГ/см}^2 \quad (5)$$

Здесь постоянное  $B \neq 0$ . Удельное давление  $P$  всегда больше  $3 \text{ кГ/см}^2$ .

Прессование в закрытой камере. В закрытой камере материал прессуется за счет противодействующей стенки (дно). Степень прессования определяется длиной хода поршня. Объемный вес прессуемой порции в конце хода поршня определяется по формуле

$$\gamma = \frac{G}{(L-S)F}, \text{ кГ/м}^3, \quad (6)$$

где  $G$  — вес прессуемого материала, кГ;

$L$  — длина прессовальной камеры, м;

$S$  — длина хода поршня, м;

$F$  — поперечное сечение прессовальной камеры, м<sup>2</sup>.

Из формулы (6) видно, что объемный вес прессуемого материала при  $S = \text{const}$  изменяется за счет веса поданного материала. Тогда удельное давление в конце хода поршня определяется из выражения

$$P = C\gamma^m = C \left[ \frac{G}{(L-S)F} \right]^m, \text{ кГ/см}^2. \quad (7)$$

Если количество ходов поршня, необходимое для изготовления одного тюка, обозначим через  $n$  и вес поданной порции при каждом ходе поршня через  $g$ , то из формулы (6) получим

$$\gamma = \frac{ng}{(L-S)F}, \text{ кГ/м}^3 \quad (8)$$

Отсюда видно, что объемный вес материала растет с увеличением количества ходов поршня. Следовательно, вместе с этим возрастает и потребная мощность.

Прессование в открытой камере. Так как удельное давление на поршне пресс-подборщиков не превышает  $3-4 \text{ кГ/см}^2$ ,

нами прессование в камере открытого типа рассматривалось как процесс уплотнения слоя стеблей. Тогда удельное давление прессования в формуле (4) через вес прессуемой порции стеблей хлопчатника  $G$ , площадь поперечного сечения  $F_n$  поршня, угол поворота кривошипа  $\alpha$ , угол расположения шатуна к горизонтали  $\beta$ , радиус кривошипа  $r$  и длину шатуна  $l$  определяется по формуле

$$P = C \left| \frac{G}{F_n r \left[ 1 + \frac{l}{r} (1 - \cos \beta) - \left( \frac{S}{r} + \cos \alpha \right) \right]} \right|^m, \text{ кГ/см}^2, \quad (9)$$

где  $S$  — обратное перемещение спрессованных порций стеблей при отходе поршня.

Усилие прессования определяется из выражения:

$$P_0 = PF_n,$$

или

$$P_0 = CF_n \left| \frac{G}{F_n [(r+l)-S-x]} \right|^m.$$

В упрощенном виде она будет

$$P_0 = \frac{C^V}{(a-x)^m}, \text{ кГ}, \quad (10)$$

где  $C^V = CF_n^{-m+1} \cdot G^m$ ;  $a = (r+l) - S$

$x$  — произвольное положение поршня, которое определяется по формуле  $x = r \cos \alpha + l \cos \beta$ .

Значение угла  $\beta$  определяется по формуле

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{r^2}{l^2} \sin^2 \alpha}$$

Работа прессования определяется интегрированием зависимости  $P_0 = f(x)$ .

$$A = \frac{C^V}{(m-1)} \left[ \frac{1}{(a-x)^{m-1}} - \frac{1}{\delta^{m-1}} \right], \text{ кГ} \cdot \text{м}, \quad (11)$$

где  $\delta$  — первоначальная толщина прессуемой порции стеблей.

Для определения коэффициента  $C$  и показателя  $m$  и подтверждения указанных формул необходимо проведение больших экспериментальных работ.

## Программа и методика исследования

В лабораторных и лабораторно-полевых условиях программой предусматривалось изучение следующих вопросов:

1. Процесса резания стеблей.
2. Процесса прессования в закрытой камере.
3. Процесса прессования в открытой камере.
4. Технологических и энергетических показателей прессования.

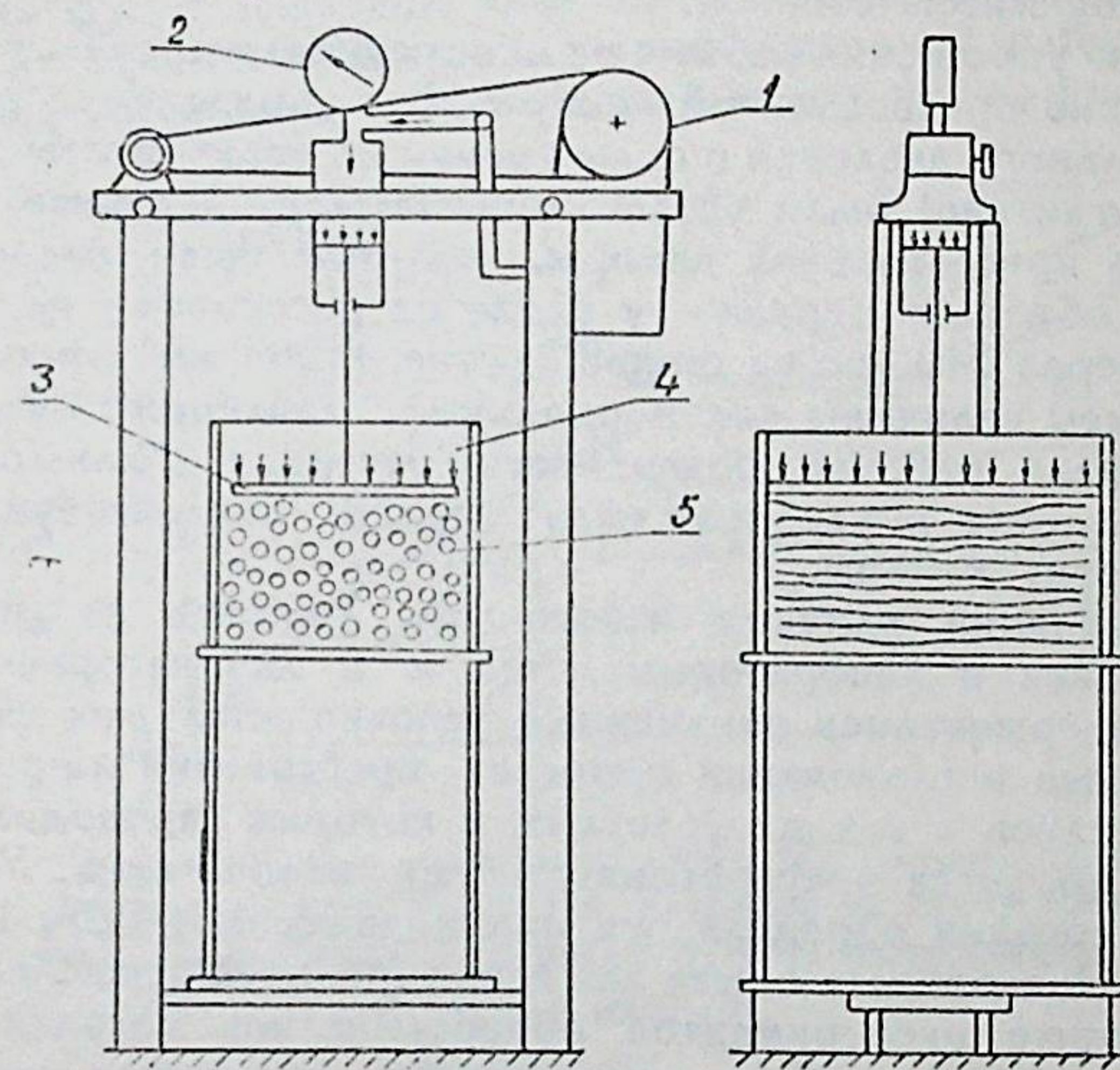
Процесс резания изучался на экспериментальном стенде доц. Н. В. Сабликова (ТИИМСХ), на котором определялись величины нормальной и касательной силы при угле  $\alpha$  расположения лезвия ножа к срезаемой массе  $0^\circ, 20^\circ, 40^\circ, 60^\circ$ . Удельное сопротивление и удельная работа резания определялись по методике доц. Н. В. Сабликова. Влияние количества стеблей на усилие резания определялось на существующем пресс-подборщике ППБ-1, ЗП.

Исследования процесса прессования в закрытой камере проводилось на 20-тонном гидравлическом прессе фиг. 1. К этому прессу была спроектирована и изготовлена камера с поршнем, позволяющая получать тюки с сечением  $350 \times 450$  мм и длиной в пределах 300—400 мм. Для контроля было принято люцерновое сено. Величины удельного давления измерялись при помощи тарированного гидравлического манометра с пределом измерения до  $400 \text{ кг/см}^2$ . В процессе прессования удельное давление изменялось от 0 до  $8,13 \text{ кг/см}^2$ . Величины деформаций определялись измерением высоты прессуемого материала. Характеристика прессования снималась при одном ходе поршня и при нескольких его ходах с подачей  $1 \text{ кг}$  порции стеблей.

Широкие исследования процесса прессования проводились на существующем пресс-подборщике ППБ-1, ЗП (см. фиг. 6) с открытой камерой. Подача массы осуществлялась в одних опытах вручную, а в других ленточным транспортером. Исследования производились на свежих стеблях. Свойства которых приводятся в первой главе диссертации. Определялись удельное давление и удельная сила трения на верхней стенке камеры 6. Сопротивление стеблей перерезанию и прессованию определялись методом осциллографирования.

Последовательность работы следующая: поданная масса стеблей поперечным — пальцевым транспортером направляется к загрузочному окну и при отходе поршня упаковщиками она подается в прессовальную камеру. При рабочем ходе поршня масса стеблей срезается ножом поршня и направляется в конус прессовальной камеры.

Образовавшаяся порция стеблей при каждом ходе поршня перемещается в заднюю часть камеры. При холостом ходе поршня масса стеблей удерживается в спрессованном состоянии защелками (упорами — ограничителями) 8, расположенными на дне прессоваль-



Вид спереди

Вид сбоку

Фиг. 1. Лабораторный стенд для прессования стеблей.

- 1 — масляный насос, 2 — гидравлический манометр,  
3 — поршень, 4 — прессовальная камера,  
5 — прессуемая масса стеблей.

ной камеры и на основании станины вязального аппарата. Нагрузка на поршень от резания и прессования массы стеблей фиксируется датчиками омического сопротивления, наклеенными на шатуне пресса.

Удельное давление на поршень пресса определялось по формуле  $P = \frac{P_0}{F_n}$ ,  $\text{кг/см}^2$ , где  $F_n$  — рабочая площадь поршня. Плотность тюков находилась по общеизвестной формуле  $\gamma = \frac{G}{V}$ ,  $\text{кг/м}^3$ , где  $G$  — вес спрессованного тюка,  $V$  — объем этого тюка.

Различные плотности прессования стеблей достигаются за счет изменения сечения выходного отверстия прессовальной камеры при наклоне верхней и нижней стенок её в сторону выхода спрессованной массы стеблей.

С целью упрощения работы нами определялись силы только на верхней стенке прессовальной камеры. Для определения величины силы нормального давления и силы трения на верхней стенке камеры (на уплотнителе) были установлены четыре электрические мессдозы вдоль прессовальной камеры, которые были расположены следующим образом: первая — у входа на расстоянии 60 мм, следующие — через 310 мм на общей длине (1000 мм) уплотнителя.

Делением величины сил нормального давления и силы трения на площадь рабочей поверхности мессдозы были получены удельное давление и удельная сила трения, воздействующие на верхнюю стенку камеры.

При изучении влияния какого-либо фактора на резание и прессование как в лабораторных, так и в лабораторно-полевых условиях выдерживались неизменные условия остальных факторов. Сравнительные исследования процесса прессования люцернового сена проводились в тех же условиях, в которых проводились исследования процесса прессования стеблей хлопчатника. Усилие и работа прессования определялись при подачах 0,6; 1,27; 1,87; 2,2; 2,54 кГ/сек. Повторность опыта для всех вариантов была 20-кратной.

Все данные экспериментов обрабатывались методами математической статистики. Суммарные ошибки косвенных измерений составили не более 2-3%.

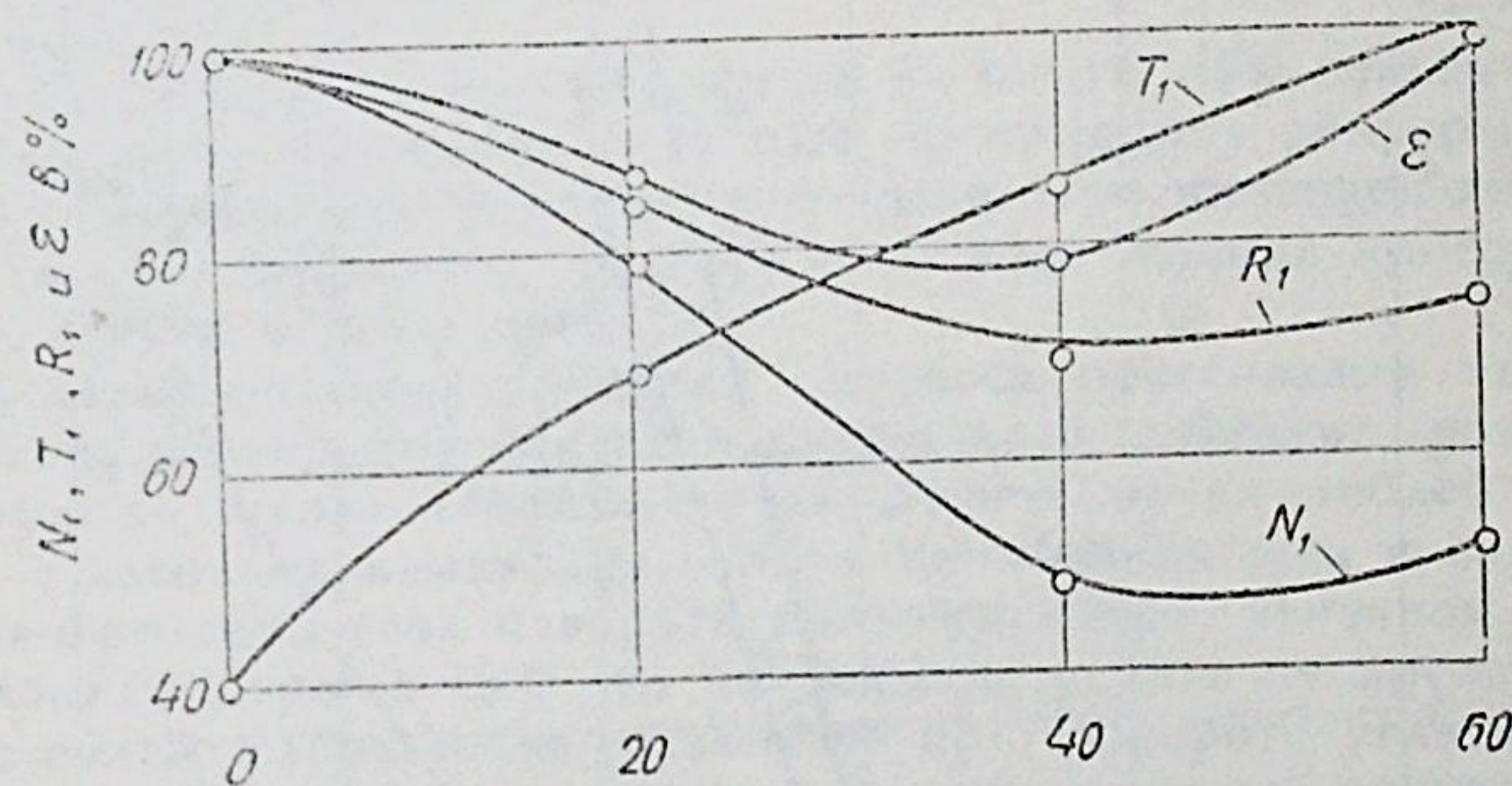
### Экспериментальные исследования процесса резания и прессования

В процессе прессования стеблей хлопчатника кроме силы, действующей на поршень, есть еще сила, которая возникает от резания поданной порции стеблей ножом пресса. Для учета этой силы необходимо было изучить процесс резания стеблей хлопчатника, определить величины силы и работы резания.

Экспериментальные исследования показали, что при скользящем резании нормальное давление ножа значительно уменьшается и улучшается качество среза, по сравнению с процессом резания, проводимым при помощи только нормального давления ножа без скольжения. С увеличением угла наклона ножа к массе ( $\alpha$ ) от  $0^\circ$  до  $60^\circ$  значение нормального усилия, действующего на лезвие ножа, возникающего от сопротивления одного стебля, уменьшалось в 2,7 раза. Удельное сопротивление одного среднего стебля при угле резания  $0^\circ$

имеет величины 61,5 кГ, а при увеличении угла резания на  $20^\circ$  оно уменьшается на 15,1 кГ, при  $40^\circ$  — на 27,5 кГ, когда угол резания принимал  $60^\circ$ , удельное сопротивление резания составляет всего 22,8 кГ.

На фиг. 2 показаны зависимость нормальной и касательной сил и их равнодействующей, а также удельной работы резания в зависимости от угла  $\alpha$ . Из которой видно, что нормальное усилие



Фиг. 2. Зависимость нормального  $N_1$ , тангенциального  $T_1$  результирующего  $R_1$  усилий, деленных на длину лезвия ножа и удельной работы резания  $\epsilon$  от угла расположения ножа к массе  $\alpha$ .

с увеличением угла  $\alpha$  до  $40^\circ$  уменьшается, а в дальнейшем увеличении до  $60^\circ$  остается почти постоянным. Касательное усилие в указанных диапазонах угла  $\alpha$  возрастало. Результирующее усилие при  $\alpha$  в пределах  $0-60^\circ$  изменяется подобно нормальному усилию. Удельная работа резания имеет наименьшее значение при величине угла  $\alpha = 30-40^\circ$ . Следовательно, заданный в конструкции пресса угол  $35^\circ$  вполне удовлетворяет требованиям резания стеблей хлопчатника.

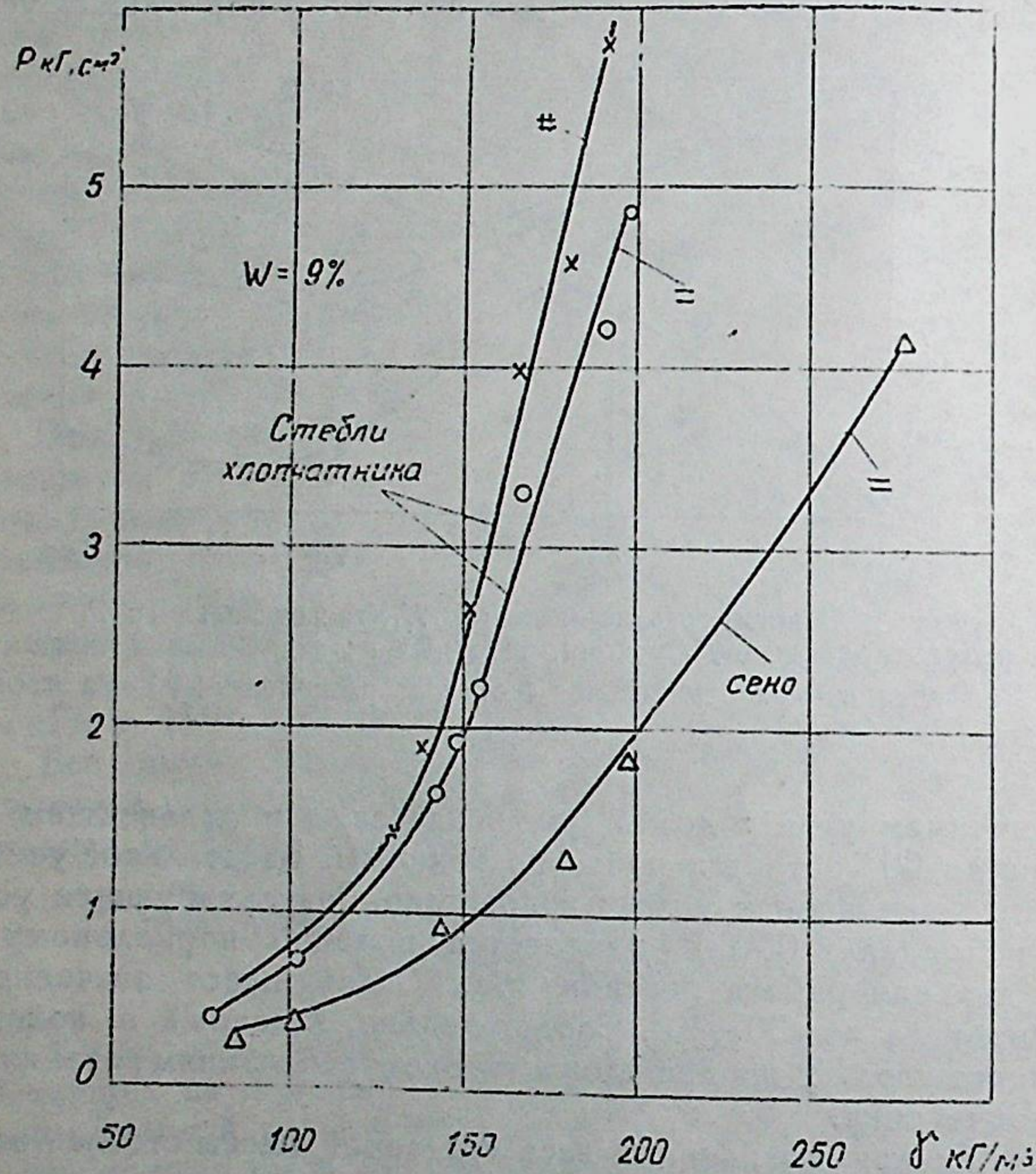
Определением влияния веса срезанной массы стеблей на усилие резания, установлено, что оптимальная порция стеблей для резания в прессовальной камере находится в пределах 3-4 кг. При резании такого количества стеблей затрачивается наименьшая работа на каждый кГ их срезанной массы. На работу резания значительно влияла и влажность стеблей. С уменьшением процента влажности стеблей удельное сопротивление резания возрастало.

Прессование в закрытой камере. Экспериментальная проверка показала, что в пределах  $0-3$  кГ/см<sup>2</sup> удельного дав-



ления происходит процесс уплотнения слоя стеблей, а с превышением его более 3 кг/см — процесс сжатия.

Сравнительные исследования процесса прессования стеблей хлопчатника, уложенных параллельно и беспорядочно, а также люцернового сена показали, что на степень прессования значительно влияет ориентация их и вид прессуемого материала (фиг. 3). При



Фиг. 3. Зависимость удельного давления от плотности прессуемой массы:

- = — стебли уложены параллельно,
- ≠ — стебли уложены беспорядочно.

прессовании беспорядочно уложенных стеблей удельное давление увеличивается более интенсивно, чем при прессовании параллельно уложенных стеблей. Подсчеты показали, что при одинаковом

воздействии поршня степень прессования стеблей хлопчатника в среднем в 1,5-2 раза меньше, чем люцернового сена.

Степень прессования (ε) стеблей хлопчатника при удельном давлении 3 кг/см² находится в пределах 4-5, а при 6 кг/см² — 6-7. При удельном давлении 3-4 кг/см² для сена она составляет 7-9.

Нами проводились опыты в закрытой камере с постоянным ходом поршня. Данные показывают, что объемный вес при постоянном весе подач материала растет с увеличением количества ходов поршня.

Прессование в открытой камере. Все современные прессы для сена и соломы работают по принципу непрерывного действия. Прессование происходит в камере, не имеющей дна. Реакция (противодавление) создается за счет трения прессуемой массы о стенки камеры прессы.

Экспериментальная проверка процесса прессования стеблей хлопчатника в открытой камере непрерывного действия показала аналогичность закона изменения усилия прессования стеблей хлопчатника с законами изменения усилия прессования сена и соломы.

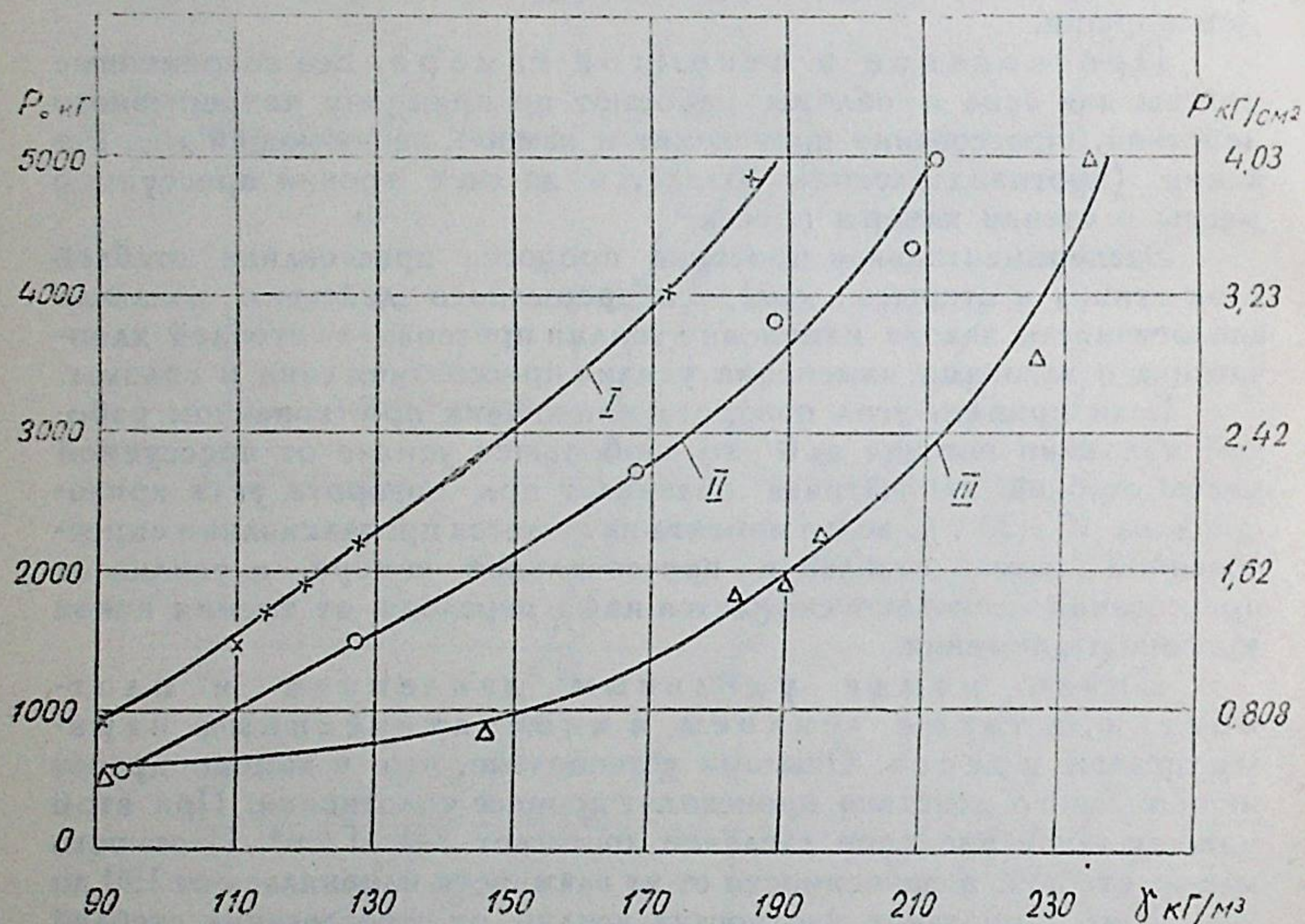
Если принять угол поворота кривошипа при конечном рабочем положении поршня за 0°, то наибольшее усилие от прессуемой массы стеблей хлопчатника возникает при повороте угла кривошипа на 15-20°. С этого момента начинается проталкивание спрессованной массы стеблей в прессовальной камере, и усилие от прессования несколько снижается из-за перехода от трения покоя к трению движения.

Связь между удельным давлением и плотностью, а также усилием и кинематическими параметрами прессы. Опытами установлено, что в камере прессы непрерывного действия происходит процесс уплотнения. При этом максимальное удельное давление достигает 3-4 кг/см². Плотность массы стеблей в зависимости от их влажности изменялась от 190 до 240 кг/м³. При таких плотностях усилие от прессования стеблей достигало величины 5000 кг (фиг. 4).

Подсчеты по формуле (9) показали, что удельное давление прессования достигает максимальной величины при углах поворота кривошипа 35-40°.

Нами изучалось также влияние сечения выходного отверстия камеры на плотность прессования. Максимальная плотность прессования была достигнута при высоте выходного отверстия 270 мм. Для влажности 16% — 214 кг/м³, а для 30,5% — 240 кг/м³. При такой высоте выходного отверстия усилие для прессования стеблей имело максимальную величину равную 4500-5000 кг.

Определение подачи и влияния её на усилие прессования. С целью установления оптимального веса порции при каждом ходе поршня и производительности прессования изучалось влияние подачи стеблей на работоспособность пресса. Для этого определялось количество посылок, необходимых для изготовления одного тюка, находили средний вес одной порции и одного тюка при заданной регулятором плотности прессования.



Фиг. 4. Зависимость между усилием прессования  $P_0$  и плотностью тюка  $\gamma$  при различной влажности стеблей  $W$ :  
I —  $W = 9\%$ ; II —  $W = 16\%$ ; III —  $W = 34\%$ .

Опыты показали, что увеличение подачи свыше 2,5 кг/сек оказалось невозможным. При подаче 3 кг/сек для изготовления одного тюка зафиксированы два забоя. Пресс удовлетворительно работал при подачах 1,5—2 кг/сек. При этом для изготовления одного тюка весом 30 кг потребовалось 15—20 посылок. Производительность прессования колебалась в пределах 5,4—7,55 т/час. По снятым осциллограммам установлено, что с увеличением веса подачи стеблей усилие прессования возрастает. Однако максимальное значение его оставалось почти постоянным.

Работа прессования. По отметкам на осциллограмме определено, что поршень пресса совершает свою работу при углах поворота кривошипа  $0-120^\circ$ . В этих диапазонах угла поворота кривошипа пресса работа, затрачиваемая на прессование стеблей, определялась по формуле (11).

Если принять  $C = 0,12 \cdot 10^{-5}$ ;  $m = 3$ ; сечение камеры  $F = 0,1575 \text{ м}^2$ , вес подаваемой порции  $G = 2 \text{ кг}$ ; радиус кривошипа  $r = 0,355 \text{ м}$ ; длина шатуна  $L = 1,11 \text{ м}$ ; первоначальная толщина слоя стеблей  $\delta = 0,158 \text{ м}$  и подставить эти величины в указанную формулу, то получим следующую рабочую формулу для определения работы прессования

$$A = \frac{39}{2000(1,405 - x)^2}, \text{ кг. м} \quad (12)$$

Подсчеты и построенные кривые показали, на почти полное соответствие теоретических данных, полученных по формуле (12), с опытными (см. фиг. 5).

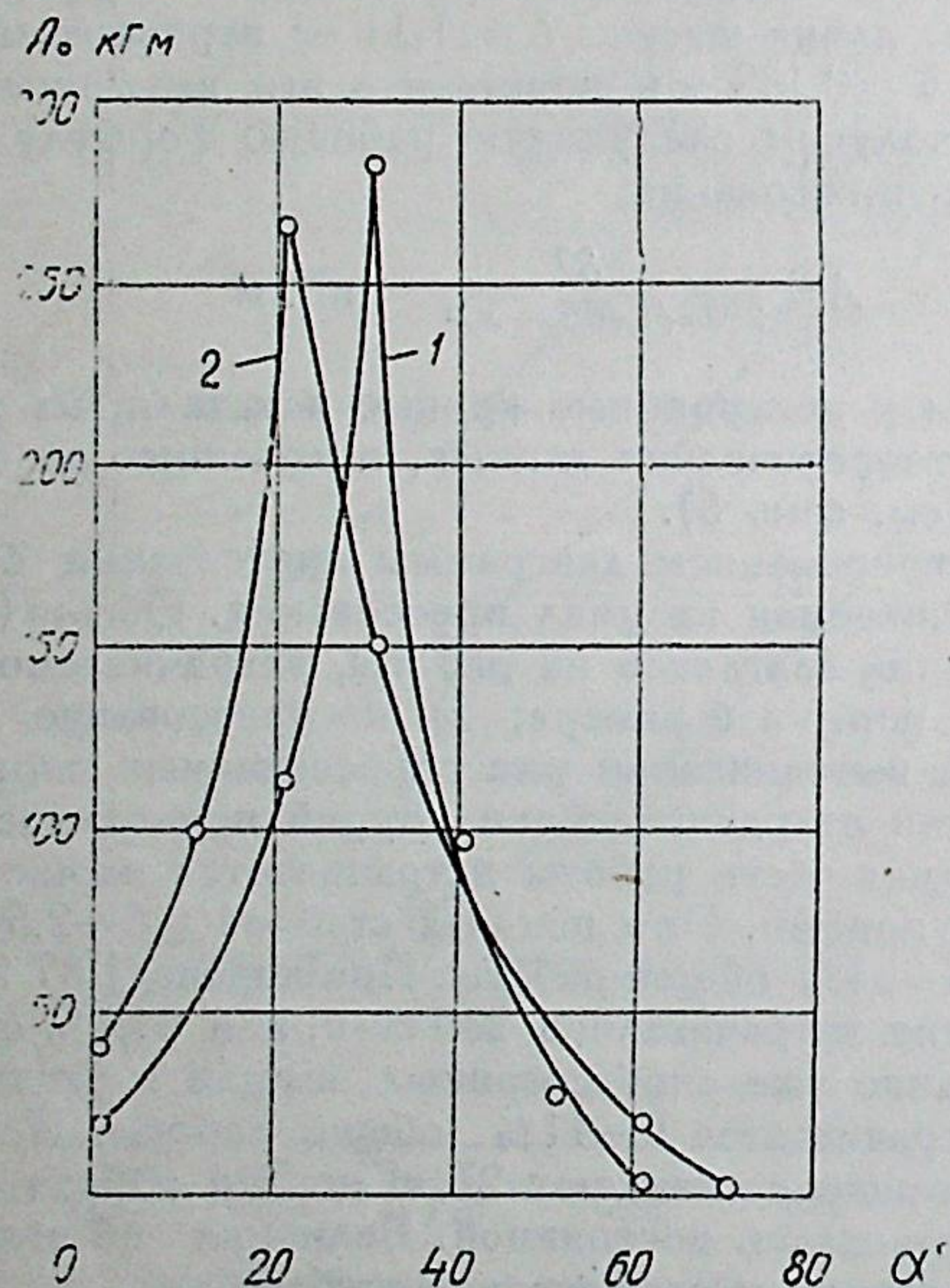
Планиметрированием диаграммы прессования была найдена работа, затрачиваемая на цикл прессования. Общая (суммарная) работа прессования слагалась из работы, затрачиваемой: 1) на резание поданной порции в камере; 2) на прессование поступившей порции; 3) на выталкивание уже спрессованных порций и 4) на потерю энергии от распрессовки порций при отходе поршня.

Наибольшая часть работы затрачивается на чистое прессование поданной порции. При подачах стеблей 0,6—2,54 кг/сек она составляет 55—84% общей работы. При подаче 1,87 кг/сек на чистое прессование затрачивалось 230 кг-м, или 64,4% общей работы. На выталкивание уже спрессованных порций в указанных пределах подач затрачивается 6—11% общей работы. Потери работы при отходе поршня составляют 27 кг-м. Эта работа с изменением веса подач оставалась постоянной. Величина её связана с плотностью прессования и влажностью стеблей.

С увеличением веса подач общая работа прессования пропорционально возрастает. Общая работа, затрачиваемая на прессование стеблей в зависимости от плотности прессования, изменяется подобно изменению удельного давления. При меньшей влажности (16%) прессуемых стеблей и с повышением плотности прессования она резко увеличивается. При прессовании стеблей с влажностью 34% и повышении плотности от 90 до 190 кг/м<sup>3</sup> дает увеличение общей работы в 4 раза, тогда как в этих пределах плотности прессования при влажности стеблей 16% возрастает более 10 раз.

Удельное давление и удельная сила трения, возникающие на стенках камеры. Удельное давление,

возникающее на верхней стенке камеры у входа равно почти нулю, а у выхода имеет наибольшее значение. Максимальное значение его на верхнюю стенку камеры получено  $0,605 \text{ кг/см}^2$  на расстоянии 320 мм от ее выхода. Удельное давление на верхнюю стенку камеры находится в пределах  $0,1-0,2$  удельного давления на рабочей поверхности поршня.



Фиг. 5. Зависимость работы  $A_0$  от угла  $\alpha$  поворота кривошипа  
1 — теоретическая 2 — опытная.

В открытой камере степень прессования определяется силой трения, то есть с увеличением силы трения в камере прессования повышается плотность тюков.

Полученные данные показали, что максимальное значение удельной силы трения получено на выходе прессовальной камеры, которое равно  $0,23 \text{ кг/см}^2$ . Повышение влажности стеблей способствовало увеличению силы трения. Только лишь при влажности более 50% наблюдается постепенное уменьшение его значения.

## Обобщение результатов исследований

На основании проведенных исследований установлены наилучшие показатели работы пресса как по плотности, так и по весу подаваемой массы стеблей, и по технологическому процессу прессования. Определены технические факторы, от которых зависит его производительность при заданной плотности прессования и влажности стеблей.

Разработан и создан первый экспериментальный образец пресс-корчевателя стеблей хлопчатника ПКГ-2.

Экспериментальный образец ПКГ-2 создан на базе пресс-подборщика ППБ-1, 3-П. Для этого был снят подборщик и к нему приспособлены корчующий и транспортирующий рабочие органы. Пресс-корчеватель гуза-паи ПКГ-2 выполняет одновременно операции корчевания с 2-х рядков, теребление и прессование стеблей хлопчатника.

Он состоит из следующих основных частей: из рамы (фиг. 6) транспортера с корчующим рабочим органом 1, цепно-пальцевого транспортера 3, упаковщиков 4, прессовальной камеры и поршня с ножом 2, вязального аппарата с иглами 5, сниды и корданной передачи.

Технологическая схема работы пресс-корчевателя следующая. При движении агрегата вдоль рядков кусты хлопчатника направляются к движущим наклонным ленточным транспортерам, захватываемым последними и зажимаются между двумя лентами. В этот момент лемеха, заглубленные в почву подрезают корни хлопчатника и нарушают связь куста с почвой. Зажатые лентами кусты извлекаются из земли и непрерывными потоками подаются в бункер пресс-подборщика. Процесс прессования стеблей хлопчатника происходит по известному принципу работы прессовальной машины типа ППБ-1, 3П.

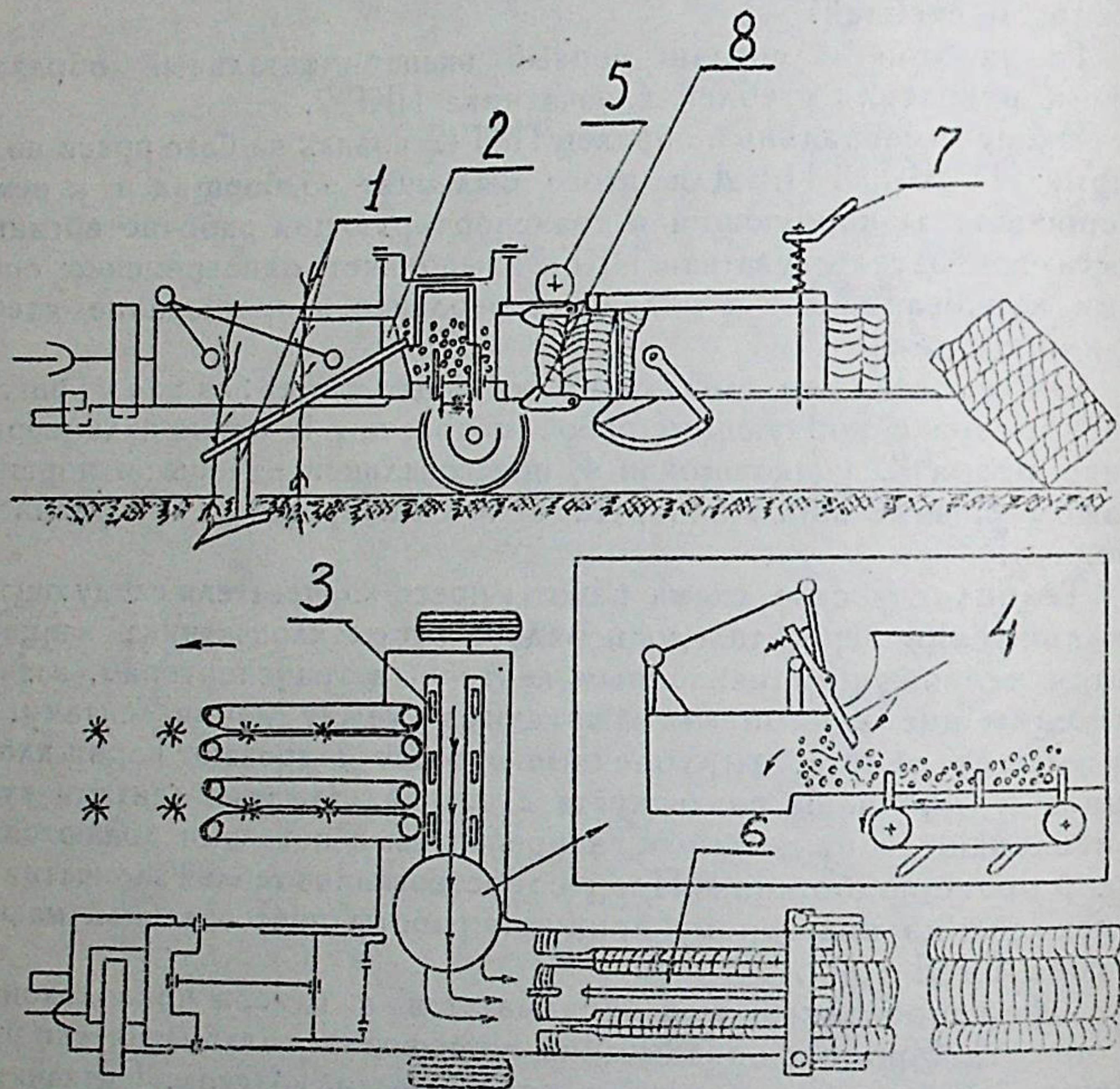
Сформированный тюк обвязывается в камере проволокой в два обхвата. Процесс обвязывания производится автоматически при помощи вязального аппарата с мерительным колесом. Связанные тюки постепенно проталкиваются последующими тюками к выходу из прессовальной камеры на лоток, с которого они скатываются на землю.

Заводские и государственные испытания ПКГ-2 показали о возможности применения такой схемы заготовки стеблей хлопчатника для гидролизных заводов.

С целью изучения способности спрессованных стеблей к хранению, на машине ПКГ-2 было заготовлено более 100 т гуза-паи. Организация хранения и анализ химического состава спрессован-

ных стеблей осуществлялись по методике института Химии полимеров АН УзССР.

Результаты анализов изменения химического состава спрессованных стеблей при годичном хранении показали, что существенных изменений в их химическом составе не наблюдается. Количество основных составляющих: целлюлозы, пентазана и лигнина — оставалось почти постоянным.



Фиг. 6. Схема работы пресс-корчевателя стеблей хлопчатника ПКГ — 2.

Для определения экономического показателя заготовки стеблей с применением прессования нами проводились сравнительные опыты. При этом установлено, что полнота сбора стеблей на экспериментальной 2-х рядной машине ПКГ-2 составляла 95% против 60% серийной машины КС-4. Себестоимость 1 тонны спрессованных стеблей была 6,03 руб. или 73,61% контроля.

Перспективные расчеты показали, что с улучшением схемы и созданием 4-рядного варианта ПКГ себестоимость заготовки стеблей хлопчатника снизится, примерно в 2—3 раза.

### Основные выводы и предложения

1. Стебли хлопчатника при одинаковом воздействии поршня уплотняются в среднем в 1,5—2 раза хуже, чем люцерновое сено. При необходимости получения высокой плотности прессования надо иметь пресс с усиленной конструкцией.

2. Процесс прессования стеблей хлопчатника состоит из уплотнения и сжатия. Закономерность процесса уплотнения графически представляется в виде параболы  $P = C\gamma^m$ , а сжатие — в виде прямой линии  $P = A\gamma + B$ .

3. Оптимальный угол резания находится в пределах 30—40°. Выбранный угол 35° вполне удовлетворяет требованиям резания в камере прессы.

4. При резании порции весом 3—4 кг на 1 кг срезаемой массы стеблей расходуется наименьшая работа (116—167 кг.м).

5. Повышение влажности стеблей приводит к существенному увеличению не только силы прессования при постоянном положении регулятора плотности, но и плотности тюков стеблей. Влажные стебли обладают повышенными остаточными и пониженными упругими деформациями. Поэтому при одинаковом воздействии влажные стебли дают тюки с более высоким объемным весом, чем сухие. Сухие стебли требуют более сильного прессования в камере и дают тюки более рыхлые, менее транспортабельные, чем стебли с повышенной влажностью.

6. Плотность прессования в камере ППБ-1, ЗП достигает 220—240 кг/м<sup>3</sup>. При этом усилие, возникающее от прессования составляет 4500—5000 кг. Усилие прессования имеет максимальное значение, когда поршень не доходит 20° до своей конечной точки.

7. Усилие для прессования порций стеблей различного веса нарастает тем быстрее, чем больше подача. Однако конечное (максимальное) усилие практически сохраняется постоянным и зависит только от влажности материала и плотности прессования. Общая работа, затрачиваемая для прессования каждой порции, увеличивается пропорционально ее весу.

8. Оптимальная подача для прессования находится в пределах 1,5—2 кг в секунду. При таких подачах стеблей потребная мощность для прессования достигает величины 8—10 л. с.

9. Удельное давление на верхней стенке камеры достигает

0,6 кГ/см<sup>2</sup>, или составляет 10—20%, а удельная сила трения на верхней стенке камеры 3—5% удельного давления на поршень пресса.

10. При правильной организации спрессованные стебли могут храниться в течение года без существенного изменения химического состава.

11. Себестоимость заготовки стеблей с применением метода прессования намного сокращается, а также повышается пригодность сырья отвечающая требованиям промышленности. Поэтому прессование должно найти широкое применение при заготовке корма для животных и сырья для гидролизной промышленности.

12. До разработки усиленной конструкции пресса для прессования стеблей хлопчатника могут быть применены существующие пресс-подборщики типа ППБ-1, 3П и ППВ-1,6, которые позволяют получить тюки весом 25—35 кГ. При этом необходимо придерживаться указанному режиму прессования.

Результаты исследования были доложены на научных конференциях Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (ТИИМСХ) в 1960 г., Среднеазиатского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства (САИМЭ) в 1964 г.

Наряду с этим результаты работы сообщались заинтересованным организациям.

Основное содержание диссертации освещено в следующих печатных работах автора:

1. Прессование стеблей хлопчатника. Бюллетень „Механизация хлопководства“, № 3, Ташкент, 1962 г.

2. О силе сопротивления стеблей хлопчатника перерезанию при их уборке. Бюллетень „Механизация хлопководства“, № 8, Ташкент, 1962 г.

3. Исследование процесса прессования стеблей хлопчатника. Вопросы механизации и электрификации сельского хозяйства. Труды САИМЭ, выпуск 3, Ташкент, 1963 г.