

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

КИЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 664.002.6:621.798.4

Н.А.Масло, А.П.Кривопляс,  
В.М.Любимов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ  
И ЖЕСТКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАЧЕК, ЗАПОЛ-  
НЕННЫХ ПИЩЕВЫМ ПРОДУКТОМ

*Вен. в Укр ИИИИИИ 08.08.88*

СЕРТИФИКАТ  
№

Киев - 1988

*16с.*

Средством механизации тяжелого ручного труда при выполнении монотонных операций – укладки пачек, заполненных пищевым продуктом, в транспортную тару, являются укладочные машины. Конструирование исполнительных органов и расчет производительности таких машин тесно связано с выбором величины максимально допустимого силового воздействия на пачку при условии сохранения ею товарного вида и качества затаренного пищевого продукта, которые, в свою очередь, зависят от прочностных и жесткостных характеристик заполненной пачки.

С целью определения максимально допустимых силовых воздействий были проведены экспериментальные исследования с пачками, предназначенными для упаковки расфасованных пищевых продуктов (ГОСТ 6420-73). Материал пачек – картон коробочный марок хром-эрзац, А, Б, В (ГОСТ 7933-75). Типоразмеры исследованных пачек, заполненных различными пищевыми продуктами приведены в табл. I. Всего исследовано восемь образцов пачек, которые представляют четыре различных типоразмера, изготовленные из четырех марок коробочного картона и заполненные пятью видами продуктов. Диапазон внешних нагрузок, прикладываемых к пачкам, составлял 0...200 Н. Деформация пачки измерялась в мм и контролировалась визуально.

Экспериментальная установка (рис. I) состоит из рамы, на которой жестко закреплены измерительный стол 2 и направляющие 3, причем последние параллельны плоскости стола. По направляющим перемещается каретка 4, приводимая в движение силовым пневмоцилиндром 5. На измерительном столе перпендикулярно к направлению движения каретки установлена нецел-

Таблица 1

Номер образца	Номер пачки по ГОСТ 6420-73	Внутренние размеры пачек, мм			Наружные размеры заполненных пачек, мм			Марка картона по ГОСТ 7933-75	Вид упакованного пищевого продукта	Масса пачки, кг
		длина	ширина	высота	длина	ширина	высота			
№1	№14	135	53	185	142	63	190	хром-эрзац	короткорезанные макаронны	0,5
№2	№14	135	53	185	142	63	190	А	"	0,5
№3	№14	135	53	185	142	63	190	Б	"	0,5
№4	№14	135	53	185	142	63	190	В	"	0,5
№5	№14	135	53	185	142	63	190	хром-эрзац	соломка	0,5
№6	№9	63	42	98	65	46	100	Б	какао порошок	0,1
№7	№10	81	53	158	84	59	162	Б	соль	1,0
№8	№12	95	63	142	98	68	145	В	пельмени	0,35

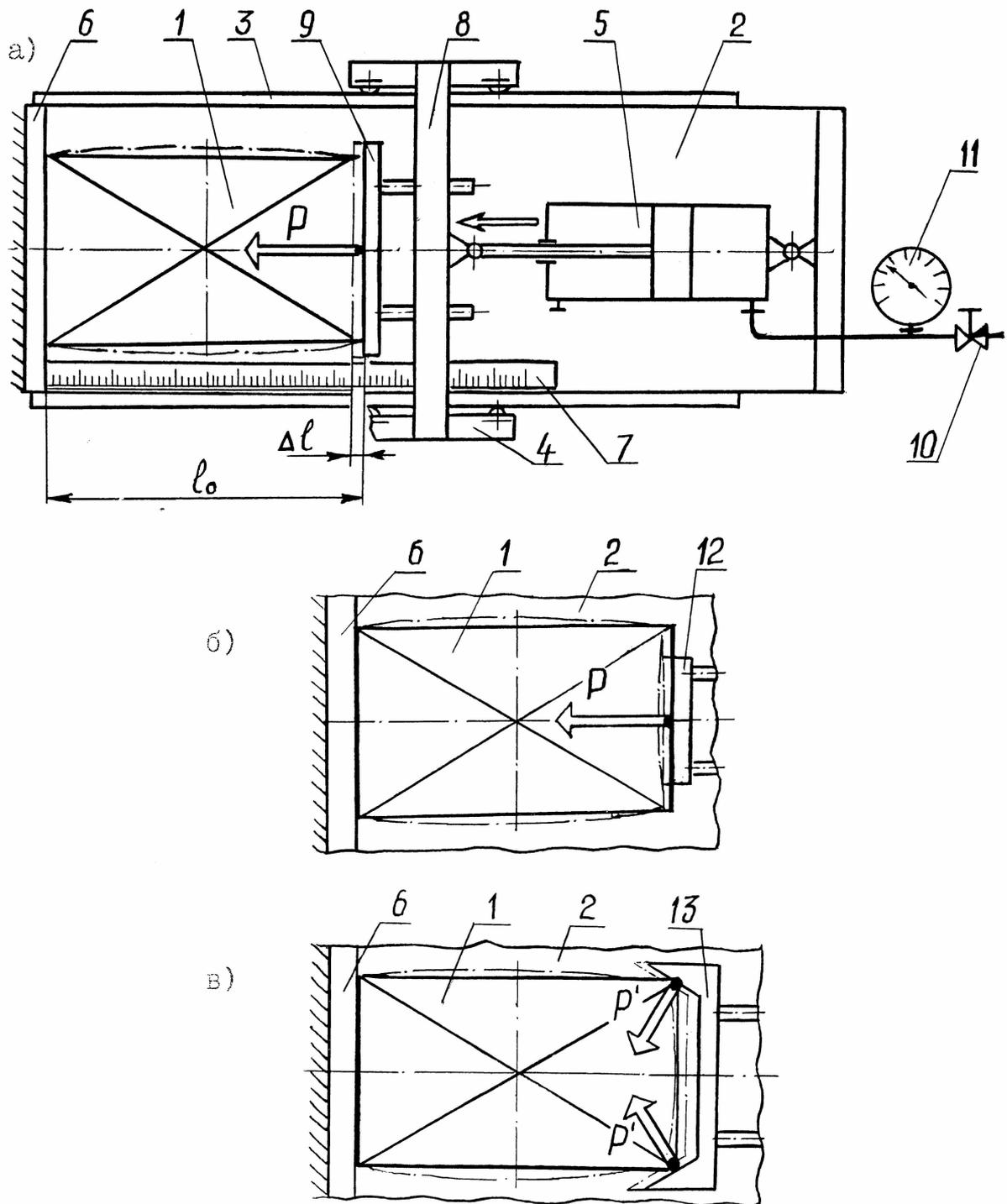


Рис. I. Установка для определения прочностных и жест-  
 костных характеристик пачек: а) схема установки  
 (рабочий элемент - толкатель широкий); б) узкий  
 толкатель; в) поверхности отклоняющихся створок.

вижная опорная плоскость 6, которая совпадает с началом отсчета измерительной линейки 7, установленной на боковой грани стола. Вместе с подвижной кареткой 4 поступательное перемещение совершает закрепленная на ней рамка 8, которая оснащается сменными рабочими элементами 9, воспроизводящими различные рабочие органы укладочных машин, например, толкатели: широкий 9 (рис. I, а), узкий (рис. I, б) и имитирующий отклоняющиеся створки 13 (рис. I, в). Величина давления в силовом пневмоцилиндре устанавливается с помощью редуктора давления 10 и манометра 11. Усилие, с которым сжатый воздух воздействует на поршень пневмоцилиндра через шток, каретку, рамку и рабочий элемент передается на исследуемую пачку I, устанавливаемую на столе 2 между опорной поверхностью 6 и рабочим элементом 9 (12, 13). Перед проведением эксперимента установка выставляется так, чтобы поверхность измерительного стола находилась в горизонтальной плоскости, а затем производится тарирование шкалы манометра по контрольным нагрузкам, прикладываемым к рабочим элементам.

При проведении эксперимента, исследуемая пачка I устанавливается в необходимой ориентации на измерительный стол 2 и придвигается к опорной плоскости 6. После этого, включается подача сжатого воздуха и редуктором 10 увеличивается давление в рабочей плоскости силового пневмоцилиндра. Под воздействием внешней сжимающей нагрузки пачка деформируется. Величина деформации пачки измеряется с помощью измерительной линейки 7 по величине перемещения рабочего элемента 9 (12, 13).

Опыты проводились при различных ориентациях пачки относительно линии действия вектора внешней силы (вдоль длин-

ной, средней и короткой стороны пачки). Критерием оценки допускаемых внешних нагрузок служила потеря пачкой товарного вида.

Планирование эксперимента, проведение и обработка результатов исследований проводилось по методике, описанной в / 1, 2 /. Обработанные результаты опытов представлены в виде графиков на рис.2...5.

На рис.2 представлены графики изменения величины деформации пачек №14, изготовленных из различных марок картона, заполненных короткорезанными макаронными изделиями и нагруженных вдоль средней стороны. Рабочим элементом экспериментальной установки через который нагрузки передавались на пачку был широкий толкатель, который воздействовал на всю переднюю грань пачки. Из приведенных графиков видно, что наибольшее усилие при равных значениях деформаций воспринимают пачки из картона коробочного типа хром-эрзац (график 1), наименьшее из усилий воспринимают пачки из картона коробочного марки В (график 4).

Характер изменения величины деформации пачек в зависимости от величины внешней нагрузки можно рассмотреть на примере графика 1 (рис.2). Как видно из графика, весь процесс нагружения пачки внешней силой имеет три ярко выраженных участка. Первый участок, от начала нагружения до точки А, характеризуется значительными изменениями линейных размеров пачки при незначительных внешних нагрузках. Небольшая жесткость пачки на начальном этапе нагружения объясняется тем обстоятельством, что происходит выравнивание боковой грани и уплотнение макаронного продукта. На втором участке, от точки А до точки В, деформация пачки увеличивается менее интен-

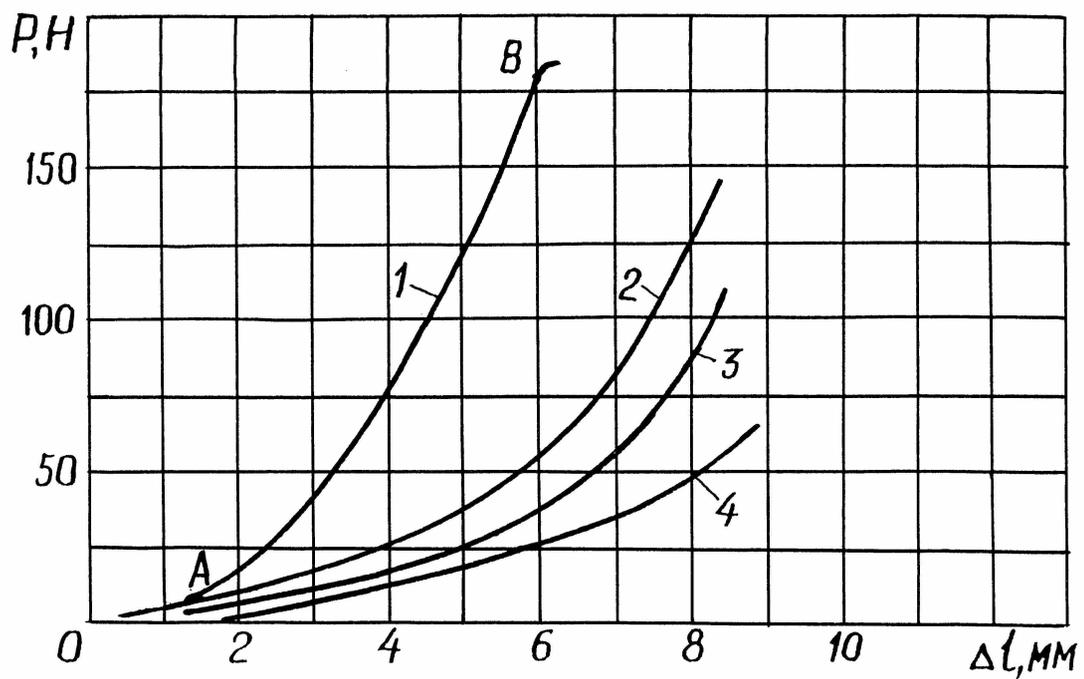


Рис. 2. Графики изменения величины деформации пачек из различных марок картона по ГОСТ 7933-75  
1 - хром-орзац; 2 - марка А; 3 - марка В;  
4 - марка В.

сивно, так как под воздействием внешней нагрузки в пачке возникают усилия от упругих деформаций картонной коробки и сжимаемого пищевого продукта. Поэтому участок АВ характеризуется более жесткой характеристикой, чем первый. Величина деформации на втором участке нагружения зависит, в основном, от прочностных и жесткостных свойств материала из которого изготовлена пачка. По достижении нагрузкой определенной величины, при которой пачка начинает интенсивно сминаться соответствует началу третьего участка деформации. Начало разрушения пачки (интенсивное сминание) и нагрузка, которая действует при этом на пачку, является критерием допускаемых внешних воздействий, которые можно прикладывать к пачкам.

На рис.3 представлены графики изменения деформации пачки №14, заполненной короткорезанными макаронными изделиями, в зависимости от направления приложения внешней нагрузки. Материал пачки - картон коробочный марки Б. Как видно из графиков, направление приложения внешней силы к пачке имеет существенное значение для величины ее деформации. Наибольшей жесткостью и прочностью пачки обладают при нагружении их вдоль короткой стороны (график 1), наименьшей - вдоль длинной (график 3). Это обстоятельство позволяет сделать вывод о том, что большую часть внешней нагрузки воспринимают продольные ребра пачки, вдоль которых приложена нагрузка. При этом ребра пачки работают аналогично продольно сжимаемым стержням. Следовательно, с увеличением длины ребер пачки ее прочность и жесткость существенно уменьшается.

На рис.4 представлены графики зависимости величины линейной деформации пачки №14 изготовленной из материала -

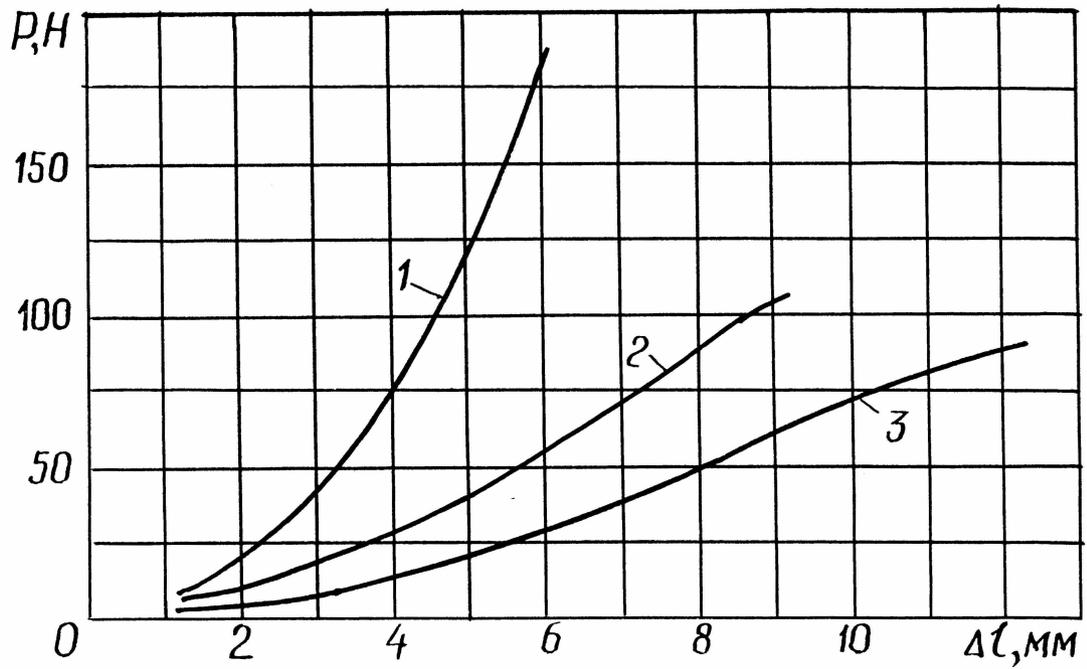


Рис.3. Графики изменения величины деформации пачек в зависимости от направления приложения внешней нагрузки: 1 - вдоль короткой стороны; 2 - вдоль средней стороны; 3 - вдоль длинной стороны.

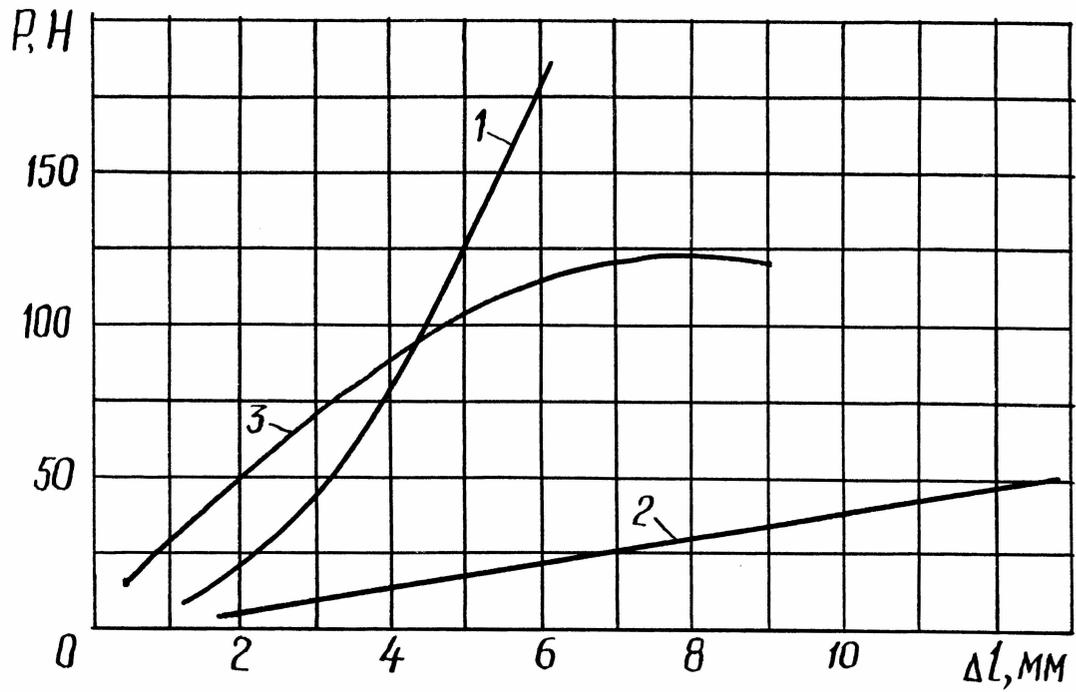


Рис.4. Графики изменения размеров пачек в зависимости от схемы нагружения пачек внешними силами:  
 1 - толкатель широкий; 2 - толкатель узкий;  
 3 - створки.

картон коробочный марки хром-эрзац, при нагружении ее вдоль короткой стороны различными типами рабочих органов укладочных машин.

Как следует из графиков, наибольшей прочностью и жесткостью пачка обладает при нагружении ее широким толкателем, когда внешняя нагрузка передается через всю площадь передней грани пачки, а сопротивление внешней нагрузке создают все четыре ребра пачки, расположенные вдоль вектора приложения внешней силы (график 1).

При нагружении пачки узким толкателем (график 2) внешняя нагрузка передается только через часть передней грани пачки, продольные ребра практически не воспринимают нагрузки и поэтому пачка обладает наименьшей прочностью и жесткостью. Так как в данном случае внешняя нагрузка непосредственно передается на упакованный в пачке пищевой продукт, величина допустимого внешнего воздействия здесь в значительной степени зависит от физико-механических свойств находящегося в пачке пищевого продукта.

Для случая, когда рабочий элемент имитирует раздвижение створки и прикладывает внешнюю нагрузку к двум передним ребрам пачки, величина деформации пачки в зависимости от изменения внешней нагрузки приведена на графике 3. На первом этапе нагружения жесткость пачки значительная, что определяется жесткостью и прочностью продольных и поперечных ребер. Однако, с дальнейшим увеличением нагрузки происходит вспучивание боковых нагруженных граней пачки, продольные ребра теряют устойчивость, сминаются, и пачка начинает интенсивно разрушаться. Смятие ребер пачки приводит к нарушению ее товарного вида, что недопустимо при выполнении технологических операций

машинной укладки. Поэтому, величина допускаемых внешних нагрузок, которые можно прикладывать к пачкам со стороны створок, будет несколько меньше величины нагрузок разрушающих пачку.

На рис.5 приведены результаты экспериментальных исследований по определению прочности и жесткости пачек в зависимости от вида упакованных пищевых продуктов.

В табл.2 приведены допускаемые значения внешних нагрузок, которые можно прикладывать к пачкам различными типами рабочих органов укладочных машин в зависимости от направления действия внешней нагрузки.

Результаты экспериментального исследования позволяют сделать заключение, что на прочность пачек существенное влияние оказывает марка материала, из которого они изготовлены, направление приложения внешней нагрузки, площадь контакта рабочего органа с пачками, его конструктивное исполнение, специфические свойства и виды упакованных в пачки пищевых продуктов. Анализируя графики, характеризующие изменение геометрических размеров пачки под воздействием внешних сжимающих нагрузок, приходим к заключению, что при воздействии в пределах допустимых нагрузок пачки можно считать твердыми и жесткими телами.

Полученные экспериментальные зависимости позволяют определить геометрические размеры исполнительных органов укладочных машин, произвести кинематический и силовой расчет их привода. Предельные значения допускаемых силовых воздействий на пачки, заполненные короткорезанными макаронными изделиями, были использованы при расчете и конструировании

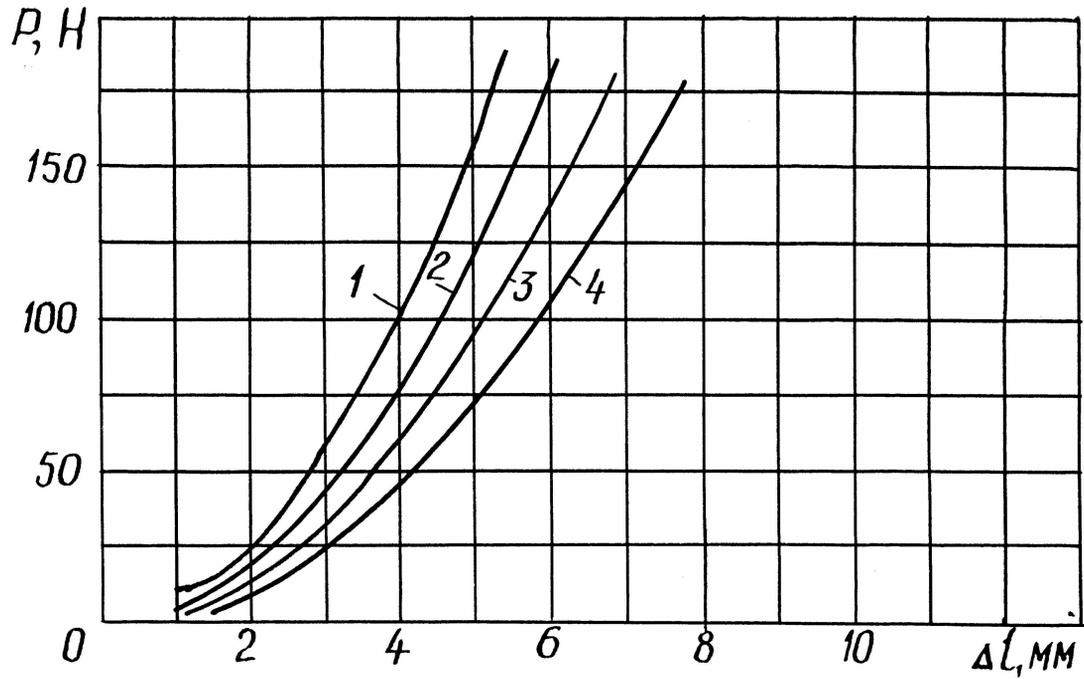


Рис.5. Прочность и жесткость пачек в зависимости от вида упакованных продуктов: 1 - соломка; 2 - короткорезанные макаронные изделия; 3 - соль; 4 - мука.

Таблица 2

Тип рабочего органа	Направление действия внешней нагрузки*	Допускаемая внешняя нагрузка для различных образцов, Н							
		№1**	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
Толкатель широкий	длинная	115	105	90	75	115	80	105	45
	средняя	180	150	110	90	180	100	120	60
	короткая	210	190	190	105	200	140	165	85
Толкатель узкий	длинная	54	60	50	45	75	40	55	25
	средняя	55	45	40	30	60	40	35	25
	короткая	40	35	35	40	40	30	25	20
Раздвижные створки	длинная	100	80	75	60	105	65	40	-
	средняя	110	90	75	70	105	75	40	-
	короткая	110	95	75	110	110	75	45	-

\* - сторона пачек вдоль которой прикладывается главный вектор внешних сил.

\*\* - номера образцов из табл. I.

укладочной машины Ш24-ЛЛА для Донецкой макаронной фабрики.

Список использованной литературы

1. Кацнельсон М.У., Павловской М.А., Руб М.Д. и др. Тензометрия пищевых машин. - М.: Машиностроение, 1968. - 216 с.
2. Федоров В.Г., Плесконос А.К. Планирование и реализация экспериментов в пищевой промышленности. - М.: Пищевая промышленность, 1980. - 240 с.

Печатается в соответствии с решением ученого  
Совета механического факультета Киевского  
ордена Трудового Красного Знамени технологи-  
ческого института пищевой промышленности  
от 15 апреля 1988 г., протокол № 40