



ОБОСНОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ В КОНСТРУКЦИИ ТАРЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ТОМАТОВ

Мельник В.И., д.т.н.,

Цыганенко М.А., к.т.н.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П.Василенка

Тел (057) 732-98-21

Лубко Д.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Аннотация – работа посвящена обоснованию конструктивных параметров тары для транспортировки продукции овощеводства, которая легко повреждается от действия динамических нагрузок.

Ключевые слова – томат, тара, статическая нагрузка, коэффициент бокового давления, высота слоя.

Постановка проблемы. Из всей продукции растениеводства наиболее требовательной к условиям транспортирования являются томаты и их свойства предъявляют жесткие требования к создаваемой транспортной таре. Основные требования следующие:

- обеспечение лучшей сохранности перевозимых овощей;
- обеспечение эффективной механизации погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ;
- удобство использования в качестве транспортного, уборочного и торгового оборудования;
- достижение высоких технико-эксплуатационных показателей, прежде всего таких, как собственная масса, коэффициент использования грузоподъемности транспортных средств.

Постановка задачи. Выполнение перечисленных требований легче всего обеспечить, используя тару, при создании которой учтены физико-механические свойства перевозимой продукции. При этом тара должна иметь обоснованную грузместимость (габаритные размеры) и такую конструкцию, которая обеспечит удобство работы с ней и минимальные механические воздействия на плоды в процессе перевозок и хранения.

Основная часть. Обоснование габаритных размеров и общей грузоподъемности тары выполняется в горизонтальном сечении. Основными аргументами для выбора горизонтальных габаритных размеров транспортной тары было соответствие единой международной системе размеров, основанной на номинальных размерах грузовых единиц и в частности, международному модулю с размерами в плане 1200×800 [1], а также отечественным отраслевым стандартам, в частности, ГОСТ 21140–88 и модулю с горизонтальными размерами 400×600 [2]. Тут понятие «соответствие» мы понимаем как «кратность размеров», т.е. предлагаемая тара может быть больше или меньше перечисленных размеров в целое число раз.

В конечном итоге, с учетом приведенных выше аргументов, было принято, что предлагаемая тара должна иметь размеры в плане 800×600 мм. Данный размер обеспечивает: во-первых, удобство работы с контейнером, как на поле, так и в теплицах и небольших торговых залах; во-вторых, при транспортировании обеспечивает заполняемость площади кузова современных транспортных средств, с коэффициентом не ниже 0,8.

Первым и очень важным как фактор для определения высоты транспортной тары и высоты слоя томатов в ней является статическая нагрузка. Давление верхних плодов в слое представляет собой статически сжимающую нагрузку для плодов, которые размещены в нижнем слое. Статическая сжимающая нагрузка, приходящаяся на отдельный плод в слое, зависит от высоты слоя плодов, плотности их укладки и имеет вероятностный характер [1, 3].

По данным некоторых исследователей, на величину статической нагрузки оказывают влияние размеры плодов и трение их о стенки контейнера [1, 3, 4, 5]. Последний фактор тем значительнее, чем меньше горизонтальные габаритные размеры тары.

Для ориентировочной оценки величину статической сжимающей нагрузки, действующей на плоды P_C , можно считать изменяющейся по линейному закону в зависимости от высоты слоя h (в м) и плотности укладки ρ (в $\text{кг}/\text{м}^3$): $P_C = f(\rho, h)$. Но известны более точные зависимости, которые были получены путем тензометрических исследований нагрузок на плоды, расположенные на дне контейнера размером в плане 800×600 мм [1, 3]. При этом плотность укладки плодов составляла 585 и 600 $\text{кг}/\text{м}^3$ соответственно для томатов открытого и закрытого грунта.

Измерения нагрузок производились при помощи месдозы, выполненной из оргстекла в виде круглой пластины диаметром 70 мм и толщиной 3 мм, закрепленной по контуру на металлическом корпусе. К пластине на обращенной внутрь корпуса поверхности прикреплены и соединены по схеме полумоста два проволочных тензодатчика.

Месдоза с зафиксированным в центре пластины образцом помещалась на дно тары. Регистрация действующих на образец нагрузок при изменении высоты слоя осуществлялась по шкале тензоусилителя ТА-5 на основании предварительной тарировки датчиков.

Установлено, что полученные таким путем данные по величине нагрузки, действующей на отдельные плоды в слое, хорошо аппроксимирует следующее выражение [1]:

$$P_C = C\rho gh^{1-\nu} \frac{\pi d^2}{4}, \tag{1}$$

где ρ – плотность укладки плодов томатов, кг/м³;

$g = 9,81$ – ускорение свободного падения, м/с²;

h – высота слоя плодов, м;

ν – безразмерный коэффициент бокового давления;

$C = 1$ - коэффициент согласования единиц измерения, м ^{ν} ;

d - диаметр плода, м.

Появление коэффициента бокового давления ν обусловлено эффектом защемления плодов между собой и боковыми стенками тары. Каждый плод, внедряясь под действием силы тяжести в пространство между окружающими его такими же плодами, подобно клину передает нагрузку как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Поэтому часть вертикальной нагрузки перераспределяется на стенки тары. Этот механизм, во-первых, проявляется тем сильнее, чем ближе соседние стенки тары, т.е. чем меньше горизонтальные размеры последней; во-вторых, поясняет появление нелинейности (рис. 1) в выражении (1). В процессе исследований установлено, что для большинства типоразмеров современной тары, применяющейся при перевозках плодов томатов, величина коэффициента бокового давления лежит в интервале от 0,12 до 0,15 [1, 3].

Описанные выше процессы и закономерности хорошо согласуются с данными других исследователей [1, 4, 5].

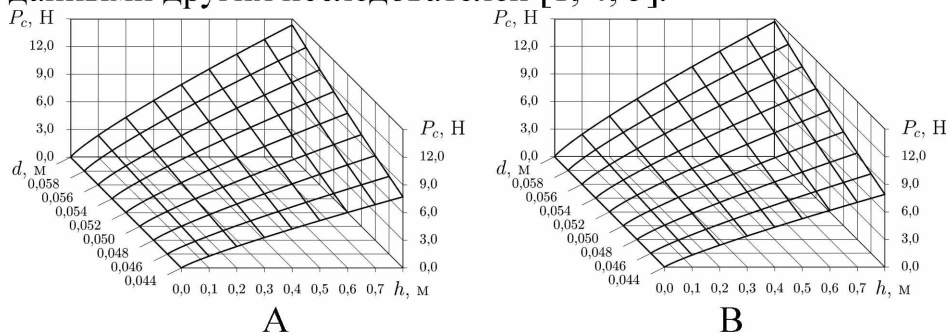


Рис. 1. Зависимость давления P_C , которое воспринимается отдельным плодом, находящимся в слое, от высоты h слоя плодов: А - томаты открытого грунта; В - томаты закрытого грунта.

Практический смысл зависимости (1) позволяет ее использовать для установления допустимых внутренних размеров тары по высоте или толщины слоя томатов в ней. Открытым остается только следующий вопрос: какую нагрузку P_d на плод следует считать допустимой.

В настоящее время новые сорта появляются очень часто, исследователи, как правило за основу принимают вкусовые качества и сроки созревания плодов томатов, а в чем и как транспортировать отодвигается на второй план. Каждый сорт, в своей физико-механической характеристике должен иметь такой параметр как высота укладки плодов в транспортной таре. Нами проведены исследования плодов томатов открытого и закрытого грунта на предмет величины статической разрушающей нагрузки.

Из авторских экспериментов [3, 6, 7] следует, что когда нагрузка, действующая на отдельный плод, достигает разрушающей величины P_p (табл. 1), плод соответственно трескается.

Таблица 1.

Экспериментальные значения статической разрушающей нагрузки для плодов томатов открытого и закрытого грунта при сжатии жесткими плоскими поверхностями

Плоды томатов	Среднее значение \bar{P}_p разрушающей нагрузки P_p , Н
Открытого грунта	39,7
Закрытого грунта	51,6

Очевидно, что использовать среднее значение \bar{P}_p разрушающей нагрузки P_p в качестве допустимой статической нагрузки P_d при расчетах высоты тары h_T не представляется возможным, поскольку в таком случае значительная часть томатов в таре будет гарантированно поврежденной даже без транспортирования. Причина следующая: в процессе транспортирования и хранения томатов крайне нежелательно допускать даже остаточные деформации плодов за пределами упругости. Экспериментами установлено, что предел упругости для плодов томатов открытого и закрытого грунта составляет 28...36% от \bar{P}_p . Если в процессе механического воздействия на плоды предел упругости пройден, то на поверхности томатов остаются вмятины, что по понятным причинам не является желательным и является снижением качества перевозимой продукции.

С учетом изложенного выше, введем безразмерный коэффициент предела упругости $\eta_{пУ}$, который по величине должен попадать в

интервал значений от 0,28 до 0,36. Таким образом, допустимую статическую нагрузку можно определить так

$$P_{д} = \eta_{пг} \bar{P}_p. \quad (2)$$

Но при движении транспортного средства по дорожным неровностям возникают динамические нагрузки на плоды. Величина динамического воздействия на транспортируемый груз овощей и плодов зависит от амплитудного спектра неровностей дороги, скорости прохождения неровностей транспортным средством и передаточной функции воздействий от неровностей дороги к слою плодов.

Разумеется, кузов автомобиля, тара и томаты в ней совершают не только вертикальные колебания. Как показали исследования плавности хода поддресоренных и неподдресоренных транспортных средств, вертикальные ускорения колебаний в полтора раза превышают горизонтальные [8]. Поскольку инерционные силы пропорциональны ускорениям, то можно утверждать, что для разрушения плодов при транспортировании критическими являются именно вертикальные нагрузки и колебания. Из этого следует вывод, что именно им и необходимо уделить наибольшее внимание, а если так, то в дальнейшем горизонтальные составляющие колебаний мы рассматривать не будем.

Из практики известно, что динамические нагрузки на плоды, возникающие при движении транспортного средства по дорожным неровностям, могут в $n \in [1,7; 3,0]$ раза превышать действующие статические [9]. Из этой работы [9] следует, что в практике перевозок плодоовощной продукции допустимая величина показателя разрушающей нагрузки не должна превышает 1/3 допустимой статической.

$$P_p = \frac{1}{3} P_{дст}. \quad (3)$$

Вывод. Таким образом, при исследовании новых сортов плодов томатов определить статическую разрушающую нагрузку в лабораторных условиях не представляет трудности, а в результате не сложно использовать результат в практическом применении транспортирования подов томатов.

Литература.

1. Каверин В.А. Бестарная и контейнерная перевозка сырья / В.А. Каверин. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 176 с.
2. Тара. Система размеров. ГОСТ–21140–88 (СТ СЭВ 227 – 87). – М.: Издательство стандартов, 1988. – 28с.
3. Мельник В.И. Обоснование размеров секции контейнера для перевозки томатов / В.И. Мельник, М.А. Цыганенко //Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2007. – Вип. 59. т. 2. – С. 75 – 80.
4. Беренштейн И.Б. Определение оптимальной высоты наполнения

- контейнеров плодами / *И.Б. Беренштейн, В.М. Баженов* // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии.–1975.–№1. –С.42–44.
5. *Тюма Ю.* Проектирование контейнера для навалочного транспортирования цитрусовых / *Ю. Тюма, М. Ивамото, М. Сига* : пер. с японск. – М.: ВЦП, 1973. – 18 с.
6. *Цыганенко М.О.* Зменшення рівня механічного впливу на томати при транспортуванні / *М.О.Цыганенко, В.І.Мельник* // Вісник аграрної науки. – 1999. – №11. – С.49 – 52.
7. *Цыганенко М.А.* Оценка стойкости томатов в зависимости от вида контактной поверхности в транспортируемой таре / *М.А. Цыганенко* // Механізація с.г. виробництва: Вісник ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2000. – Вип. 1. – С. 148 – 155.
8. Колебания автомобиля. Испытания и исследования./ Под ред. *Я.М. Певзнера.* – М.: Машиностр., 1979. – 208 с.
9. Механіко–технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / [*Царенко О.М., Войтюк Д.Г., Швайко В.М.* та ін.]: за ред. *С.С. Яцуна.* – К.: «Мета», 2003. – 448 с.

ОБГРУНТУВАННЯ ДЕЯКИХ ПАРАМЕТРІВ У КОНСТРУКЦІЇ ТАРИ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТОМАТІВ

Мельник В.І., Цыганенко М.О., Лубко Д.В.

Анотація – робота присвячена обґрунтуванню конструкційних параметрів тари для транспортування продукції овочівництва, яка легко пошкоджується від дії динамічних навантажень.

GROUND OF SOME PARAMETERS IN CONSTRUCTION OF CONTAINER FOR PORTAGE OF TOMATOES

V.Melnik, M.Tsyganenko, D.Lubko

Summary

Work is devoted the ground of parameters of constructions of container for transporting of products of vegetable-growing, which is easily damaged from the action of the run-time loadings.