

УДК 677.11/66.047.3

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ
ЛЬНЯНОЙ ТРЕСТЫ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ***

**RESEARCH OF THE FLAX STALKS PERMEABILITY
AT HIGH DENSITY**

A.Г.НОСОВ, Н.В.КИСЕЛЕВ
A.G.NOSOV, N.V.KISELEV

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: kstu-tpiv@yandex.ru

Приведены данные о проницаемости льняной тресты высокой плотности при продольной и поперечной продувке слоя, необходимые для модернизации сушильных машин для льняной тресты в рулонах.

The data on the permeability of flax stock at high density with the longitudinal and transverse blowing of layer were studied with the aim to upgrade the drying machines for flax stock in rolls.

Ключевые слова: льняная треста, рулон, объемная плотность, проницаемость.

Keywords: flax stock, bolt, package density, permeability.

* Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки, код проекта 1092.

Рулонная технология уборки льняной тресты позволила резко сократить трудозатраты и обеспечить поточность процесса [1]. При этом искусственная досушка льняной тресты непосредственно в рулонах комбайновой уборки снижает зависимость от погодных условий и позволяет уменьшить потери сырья при хранении. Однако существующие сушильные машины для льнотресты в рулонах типа СЛР-3, СЛР-3 М2 и другие не получили широкого распространения, в том числе вследствие недостаточной эффективности. Для их модернизации в первую очередь необходимы данные об объекте сушки, характеризующие его фильтрационные свойства.

В работе [1] приведены данные о гидравлическом сопротивлении рулонов в целом при продувке в направлении их оси, однако этого недостаточно для расчета поля скоростей в теле рулона в силу неоднородности его структуры по плотности. В литературе имеются также данные о гидравлическом сопротивлении льносолумы [2,], [3] при конвейерной сушке слоя плотностью 1...6 кг/м² (горизонтальная загрузка) и 10...35 кг/м² (вертикальная загрузка), что соответствует объемной плотности до 75 кг/м³. Однако при прессовании льнотресты в рулоны плотность в средней части рулона может достигать 200 кг/м³, а максимальная средняя плотность для эффективной сушки составляет примерно 130 кг/м³ [1]. Кроме того, очевидно, что слой тресты существенно отличается по проницаемости от слоя соломы в силу повышенной шероховатости поверхности стеблей, сплющивания их при прессовании, повышенной дезориентации и пр. В связи с этим возникает необходимость экспериментального определения проницаемости слоя льняной тресты с повышенной объемной плотностью.

Для изучения зависимости проницаемости льняной тресты от плотности слоя, скорости воздуха и диаметра стеблей различных для комлевой, срединной и вершинной части стеблей проводились эксперименты на модернизированном устройстве с целью контроля проницаемости текстильных паковок [4]. В каждом опыте

подготавливалась навеска образцов, вырезанных из вершин, средин и комлей стеблей длиной 200 мм, что соответствовало ширине бункера установки. Плотность образцов находилась на уровне 110, 130, 150 и 170 кг/м³. Расход воздуха при температуре 20°С изменялся в диапазоне 5...24 л/с, что соответствовало скорости на входе в слой 1,3...6,3 м/с. Навески тресты располагались в бункере, высота которого составляла 400 мм.

Основываясь на данных [2], [3], заключаем, что гидравлическое сопротивление слоя льняной тресты зависит от среднего диаметра стеблей, так как он определяет эквивалентный гидравлический диаметр слоя. Средний диаметр комлей по 30 стеблям составил 1,48 мм, средин – 1,12 мм, вершин – 0,81 мм.

Уравнение регрессии задавалось в виде:

$$C = a \left(\frac{v}{w} \right)^b \left(2d_{\text{ст}} \left(\frac{\beta}{P} - 1 \right) \right)^c, \quad (1)$$

где a , b , c – искомые коэффициенты; v – коэффициент кинематической вязкости воздуха, $1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с; β – тяжеловесность стебля, 275 кг/м³; P – объемная плотность загрузки, кг/м³; $d_{\text{ст}}$ – средний диаметр стеблей, мм.

С учетом того, что в условиях опыта $v=1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с, получено уравнение регрессии:

$$C = 0,0789 \left(\frac{v}{w} \right)^{0,180} \left(2d_{\text{ст}} \left(\frac{\beta}{P} - 1 \right) \right)^{2,804}. \quad (2)$$

Все коэффициенты оказались статистически значимыми при доверительной вероятности 95%, коэффициент детерминации для факторов достигает 0,948.

Для определения проницаемости слоя льнотресты при продольной продувке слоя стеблей те же образцы тресты устанавливались в бункер вертикально, при этом толщина слоя составляла 0,18 м.

Получено следующее уравнение регрессии:

$$C = 0,165 \left(\frac{v}{w} \right)^{0,496} \left(d_{ст} \left(\frac{\beta}{P} - 1 \right) \right)^{1,557} \quad (3)$$

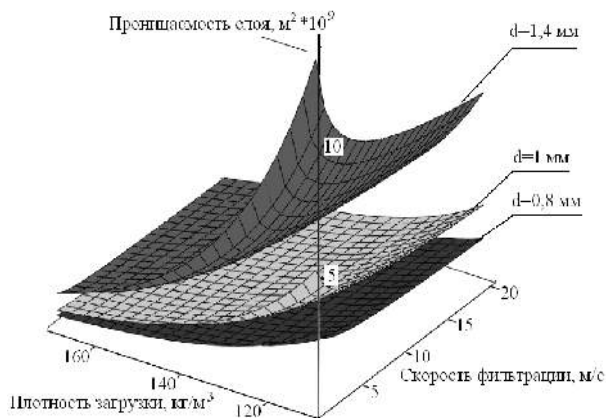


Рис. 1

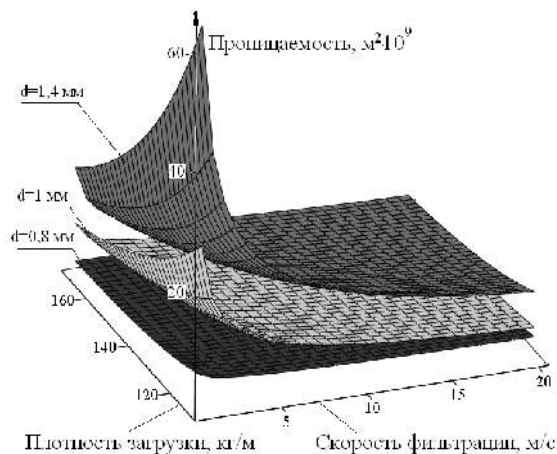


Рис. 2

Можно отметить, что проницаемость как при поперечной (рис. 1 – зависимость проницаемости от плотности слоя, скорости фильтрации и диаметра стебля при поперечной продувке), так и при продольной (рис. 2 – зависимость проницаемости от плотности слоя, скорости фильтрации и диаметра стебля при продольной продувке) продувке значительно снижается с ростом плотности слоя. Теоретически при приближении плотности загрузки к величине тяжеловесности проницаемость асимптотически стремится к нулю, что объясняется снижением пористости. Зависимость проницаемости от скорости фильтрации наиболее выражена при низких значениях скорости, а при высоких становится менее существенной, что характерно для турбулентного режима.

Указанный характер зависимостей в большей степени проявляется при увеличении диаметра стебля (для комлевых участков).

При продольной продувке проницаемость выше, чем при поперечной. Отношение соответствующих значений проницаемости при прочих равных условиях увеличивается при повышении плотности слоя и снижении скорости фильтрации, как

это видно на рис. 3 (соотношение проницаемостей слоя при продольной и поперечной продувке: 1 – скорость 2 м/с; 2 – скорость 8 м/с; 3 – скорость 16 м/с).

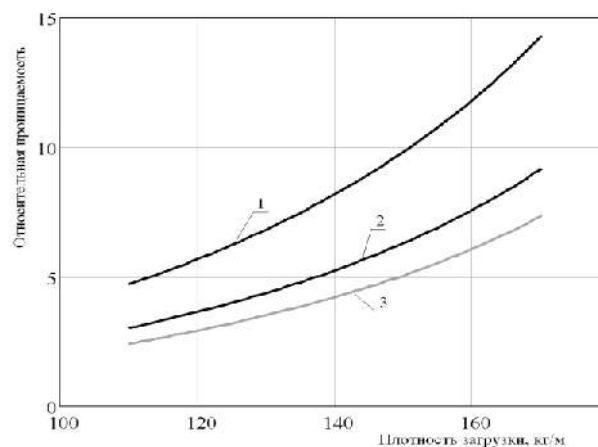


Рис. 3

Исходя и этого можно отметить, что при повышенной плотности загрузки, соответствующей тресте в рулонах, неоднородность слоя по плотности будет сильнее влиять на неоднородность поля скоростей, а следовательно, и на равномерность сушки рулона, особенно при низкой средней скорости продувки. Для повышения равномерности сушки необходимо увеличи-

вать скорость фильтрации сушильного агента.

В то же время повышение скорости продувки приведет к росту затрат электроэнергии на привод вентиляторов сушильной машины и отрицательно отразится на себестоимости. Таким образом, нахождение оптимальной скорости продувки при сушке тресты в рулонах представляет технико-экономическую задачу.

ВЫВОДЫ

Получены регрессионные зависимости проницаемости льняной тресты высокой плотности от скорости воздуха, диаметра стеблей и плотности слоя, и показана целесообразность повышения скорости продувки для снижения неравномерности рулона по проницаемости.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дубкова И.А.* Совершенствование технологии подготовки льнотресты в рулонах к механической переработке: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2000.

2. *Гаврилова А.Н.* Аэродинамическое сопротивление льносоломы при горизонтальном расположении стеблей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.– 1972, №2.

3. *Гаврилова А.Н.* Уравнение для определения гидравлического сопротивления льносоломы при вертикальном расположении стеблей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1968, №5.

4. *Киселев Н.В.* Автоматизированное устройство для контроля проницаемости и разбраковки пачков мягкой мотки // Вестник КГТУ. –2009, №21. С.65.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, теоретической и прикладной механики. Поступила 30.09.14.