

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕДОЖИНИРОВАННЫХ СЕМЯН

Комилов Шухратжон
Акрамжон Саримсаков
Ахмедов Максад

Аннотация: Целью данной работы является изыскание и разработка оптимальной формы рабочей камеры уловителя и его рабочих элементов, а также влияние их на выход волокна и улавливающий эффект. С этой целью была разработана экспериментальная установка и изучены процессы улавливания недожинированных семян.

Ключевые слова: хлопок, семя, волокно, сортировщик, поверхность сетки, фракция, повреждение, продуктивность, ворсистость.

ВВЕДЕНИЕ

Физико-механические свойства и аэродинамические характеристики хлопковых семян и их волокнутого покрова влияют на работу машин и механизмов при их обработке и транспортировании. К ним относятся: плотность, объемный вес, форма, размер, удельный вес, сыпучесть, парусность.

Семена имеют неправильную выпуклую форму, структура их не однородна. Их можно отнести к категории плохо сыпучих материалов, способных к сводообразованию.

Семена различных селекционных сортов имеют максимальную длину до 14 мм, ширину 6 мм. Абсолютный вес 1000 семян колеблется от 70–120 до 150 г.

Семя — это сложная, недостаточно изученная живая система, в котором запрограммировано будущее растение. Оно покрыто толстой оболочкой, неплотно соприкасающейся с ядром. Оболочка имеет на поверхности длинное волокно и грубый короткий линт и делинт.

Основная часть. К важным параметрам, характеризующим не только физические свойства, но и состояние материала при свободной насыпке и транспортировке относится объемный вес.

М. Б. Рыбальская определила изменения объемной массы семян от нормального давления, упругие свойства семян, силы сцепления между ними, коэффициенты трения семян по стали в зависимости от их опушенности и частоты обработки поверхности.

Найдено математическое выражение зависимости объемной массы семян от нормального давления:

$$g = a_0 + a_1 \lg \left(H + \frac{P}{2F} \right) \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} \quad (1)$$

Где a_0 , a_1 — постоянные коэффициенты, зависящие от опушенности семян; H — удельное давление на семена, $\text{Н}/\text{см}^2$. P — площадь, на которую действует уплотняющая нагрузка, см^2 .

Формула справедлива для давлений $H=14,7 \cdot 10^3$, $\text{н}/\text{см}^2$. Одновременно установлена эмпирическая зависимость между объемной массой семян и полной опушенностью.

$$g = b_0 + \frac{b_1}{lgc} \quad (2)$$

C - полная опушенность семян в %; b_0, b_1 - постоянные коэффициенты, зависящие от удельного давления.

С увеличением полной опушенности объемная масса семян снижается. Опушенность больше влияет на объемную массу при свободной отсыпке и менее в уплотненном состоянии. Со снижением сорта насыпная масса семян при одинаковой влажности и опушенности снижается. С увеличением удельного давления на семена насыпная масса увеличивается по параболической зависимости.

Посевные опушенные семена имеют насыпной вес около $350-400 \text{ кг/м}^3$, в то время как 1 м^3 полностью оголенных семян весит $560-600 \text{ кг}$.

По Г. Мирошниченко плотность опушенных семян II сорта 11000 , III сорта 10850 Н/м^3 , оголенных семян I сорта 10800 и IV сорта 9600 Н/м^3

Упругие свойства хлопковых семян характеризуются кое коэффициентом уплотнения и восстановлением объема после снятия нагрузки. Первый характеризует степень изменения первоначально занимаемого объема семенами (V_1) после приложения к ним уплотняющей нагрузки (V_2):

$$K_\gamma = \frac{V_1}{V_2} \quad (3)$$

Коэффициент уплотнения семян зависит от их полной опушенности, он колеблется в пределах от $1,4$ до $1,7$. Большее значение коэффициента уплотнения относится к семенам с большей опушенностью. Коэффициент восстановления объема характеризует степень изменения объема семян после снятия уплотняющей нагрузки;

$$K_v = \frac{V_K}{V_2} \quad (4)$$

где V_K - объем семян после снятия нагрузки.

По И. Б. Рыбальской он незначителен и колеблется в пределах от $1,02$ до $1,05$. Упругие свойства семян при соударении их с другими телами определяется коэффициентом упругости или восстановления, и характеризуют их физические свойства (величину и направление скорости отражения).

Если считать, что трение при ударе отсутствует, тогда коэффициент восстановления будет равен:

$$K_B = \frac{V_2}{V_1} \quad (5)$$

где V_1 и V_2 - скорости падения и отражения семян, которые без учета сопротивления воздуха можно определить по формулам:

$$V_1 = \sqrt{2gh_1} \quad (6)$$

$$V_2 = \sqrt{2gh_2} \quad (7)$$

где h_1 и h_2 высота падения и отражения семян.

После подстановки полученных значений в формулу (5), получим:

$$K_B = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \quad (8)$$

Коэффициент восстановления семян в зависимости от их опушенности и зрелости определяли так: $K_v = 0,37; 0,40; 0,41$, при полной опушенности - 13, 9; 9, 9; 6, 8, а для незрелых семян - $K_v = 0,29$.

Важной характеристикой семян является сыпучесть, определяемая опушенностью. Хлопковые семена слеживающийся материал, поэтому при переработке, транспортировке и уплотнениях семена связываются друг с другом, и нужны некоторые усилия для отделения. Сила сцепления зависит от их опушенности. По С.П. Иванову сила сцепления растет пропорционально опушенности до тех пор, пока она составит около 10%, а далее пропорционально нарастает, и сила сцепления стремится к постоянной величине, не зависящей от опушенности. Более опушенные семена имеют более значительные силы сцепления, чем малоопушенные. При этом изменение опушенности семян I сорта в пределах 10+14% мало сказывается на силе сцепления, но дальнейшее снижение опушенности резко снижает величину сцепления. Для I сорта опушенность находится в интервале 0,2-0,55 сН/см².

С.П. Кагаловский при переработке машинных методов сортирования семян разновидности 108-Ф, изучил ряд их физико-механических свойств - линейные размеры (толщину, ширину, длину), вес, удельный вес, коэффициент внутреннего трения и коэффициент трения о поверхность. Он считает, что для опушенных семян, т.е. связанной сыпучей среды угол естественного откоса не идентичен тангенсу угла трения и что хорошей корреляции естественного откоса нет. Он измерил коэффициент внутреннего трения по равновесию на трибометре и по углу естественного откоса. Поскольку значение коэффициентов для оголенных семян при обоих методах совпадают, Кагаловский считает их отдельно сыпучими. Коэффициент трения по железу. Кагаловский определил в 0,37, а Цулатов в 0,36-0,42. У влажных семян коэффициент трения выше. Зависимость коэффициента трения семян о чугунную поверхность от величины нормального давления определена Ивановым С.П. При возрастании давления коэффициент трения падает, что объяснимо увеличением площади соприкосновения семян с поверхностью трения, деформацией семян и волокнистого покрова, а также наличием сил сцепления между волокнами хлопка и поверхностью семян.

Коэффициент трения при значительных нагрузках не зависит от опушенности. Зависимость между опушенностью семян и коэффициентом трения покоя и скольжения установлены И.И. Новицким. Первый снижается с повышением давления и резко возрастает с увеличением шероховатости контактирующей поверхности. При нормальном давлении 0,009 Н/см² коэффициент трения покоя семян по стали в зависимости от опушенности лежит в пределах от 0,59 до 0,66 при нормальном давлении 4,5 Н/см², в пределах от 0,18 до 0,33, с повышением скорости относительного скольжения до 0,4+0,8 м/с величина коэффициента возрастает, приобретая наибольшее значение при наименьшей опушенности и минимальном давлении. При дальнейшем увеличении скорости коэффициент трения уменьшается, стабилизируясь на некоторой постоянной величине.

Его значение от скорости скольжения хорошо описывается формулой Крагельского.

$$\mu = (A + Bv)e^{-cv} + D \quad (9)$$

где v - скорость относительного скольжения семян, м/с;

e - основание натуральных логарифмов; A, B, C, D - константы, определяемые экспериментально.

Опыты показали, что при возрастании опушенности семян от нуля до 14,0%, угол естественного откоса лежит в пределах от 24 до 45°. В этой же работе для расчета боковых давлений семян кондиционной влажности с опушенностью от 1,0 до 9,0% рекомендована упрощенная зависимость:

$$q = (0.31 - 0.34)P_N \text{ Н/см}^2 \quad (10)$$

где P_N - нормальное давление на семена, Н/см².

При создании средств механизации важное значение имеет прочность семян, т.е. их способность противостоять внешним нагрузкам без разрушения оболочки. Зрелые семена имеют более прочную оболочку и более полное ядро. Они лучше противостоят внешним нагрузкам, чем незрелые. Статически семя может противостоять давлениям, значительно превосходящим его вес. При движении по гладкой поверхности оно в состоянии выдержать как значительные силы давления, так и скорости движения. При соударении семян с гладкой стальной поверхностью дробление обнаруживается при скорости 30-40 м/с. В литературе содержится материал о сопротивляемости внешним воздействиям лишь единичных семян, а при обосновании выбора оптимальных параметров средств механизации важна поврежденность семян в потоке при различных скоростях соударения их с неподвижной стенкой.

С повышением скорости перемещения хлопка-сырца в пневмотранспортной системе увеличивается ее пропускная способность, но одновременно возрастает поврежденность семян, отражающаяся на качестве волокна и семян, т.е. снижается их энергия прорастания и всхожесть.

Обоснование параметров транспортирования семян воздушным потоком предполагает изучение механики воздушной струи, ее взаимодействие с транспортирующим материалом и его аэродинамических свойств. Создаваемая струей воздуха величина давления воздушного потока на тело, определяется по известной формуле Ньютона. Скорость воздушного потока, при которой поступательное движения тела, омываемое воздухом, отсутствует и тело только поддерживается в потоке воздуха называется скоростью витания и определяется так:

$$V_0 = \sqrt{\frac{gq}{K\gamma F}} \quad (11)$$

где q - масса частицы, кг; K - коэффициент сопротивления; γ - плотность воздуха, кг/м³; g - ускорение силы тяжести, м/с²; F - площадь проекции тела на плоскость, перпендикулярную к направлению воздушного потока, миделево сечение, м².

Поведение семян в воздушном потоке характеризуется коэффициентом парусности и значения его необходимо при проектировании установок для очистки и транспортирования. Коэффициент парусности определяется по формуле:

$$K_n = K \frac{\gamma F}{q} \quad (12)$$

Коэффициент K_n прямо пропорционален площади миделева сечения, приходящего на единицу массы тела.

В опушенных семенах V_n а вместе с ним и дальность полета семян в воздушном потоке, будет иметь различные значения в зависимости от веса дженированных семян в пределах 3,7-6,1 м/с, линтерованных 4,6-6,7 м/с, оголенных 5,0-11,8 м/с. Уменьшение опушенности семян ведет к увеличению энергоемкости пневмотранспортера, а с увеличением турбулентности воздушного потока энергоемкость снижается.

Поведение семян в воздушном потоке зависит от многих факторов: скорости воздушной среды, веса семян, состояния и формы поверхности (опушенность) и других факторов, но взаимной связи между ними не установлено.

Результаты научных исследований в изучении физико-механических свойств хлопковых семян, как малосыпучего материала, еще не достаточны для глубокого знания поведения семян в воздушном потоке.

Выводы. Постановка вопроса и исследование процесса отделения недодженированных семян актуальны, так как существующие отделители не полностью отвечают требованиям.

В целях увеличения улавливающего эффекта и уменьшения потерь волокнистой массы, было проведено изучение режимов работы различных конструкций уловителей и оптимальных параметров их отдельных элементов.

Исследованию процесса отделения недодженированных семян посвящен ряд работ, но в них не решены вопросы, важные в теоретическом и практическом отношении, а именно:

- а) не полностью изучена динамика выхода недодженированных семян после джина;
- б) не изучен процесс регенерации и не исследована зависимость производительности от остаточной волокнистости семян;
- в) не полностью выяснены причины забивания сетки и вопросы ликвидации этих недостатков;
- г) не изучены вопросы определения волокнистых потерь и пути их уменьшения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Rejabboev, S., Muradov, R., Sarimsakov, A. (2021) Residual fiber study in fiber-separated seeds. Asian Journal Of Multidimensional Research, 10, 783-787. <https://doi.org/10.5958/2278-4853.2021.00317.7>
2. Isaxonov, K., Sarimsakov, A., Rejabboev, S. (2024). PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NON-GENINED SEEDS AND THEIR FIBROUS COVER. Web of Discoveries: Journal of Analysis and Inventions, 2(2), 29-34.

3. M. Joraeva, Sh. Komilov, A. Sarimsakov, R. Muradov. (2023). ANALYSIS OF THE QUALITY INDICATORS OF THE SEED SEPARATE FROM THE FIBER AFTER SPINNING. Research Focus, Uzbekistan, 2 (4). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7932578>

4. Isaxonov K., Azimov S., Sarimsakov A. MAIN RESULTS OF WORK ON THE PROCESS OF TRAPPING UNDERGENINED SEEDS AND VOLITALS OF RAW COTTON // Экономика и социум. 2023. №11 (114).

5. A. Sarimsakov, S. Rejabboev, R. Muradov. SEED SORTING DEVICE VIBRATION TEST RESEARCH. Образования и наука в XXI века. номер-3. том-5. 2023.

6. Muradov, R., Sarimsakov, A., Rejabboev, S. (2024). Improving the seed sorting device to increase natural fiber yield at cotton ginning enterprises. In E3S Web of Conferences (Vol. 486, p. 02032). EDP Sciences.