ISSN 2181-3187

УДК 677.21.021

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЬНОТЫ ПРОТРАВЛИВАНИЯ ПОСЕВНЫХ СЕМЯН НА РАЗРАБОТАННОМ КОНСТРУКЦИИ НОВОГО ПРОТРАВЛИВАТЕЛЯ

д.т.н., с.н.с.

А.А.АКРАМОВ

Аннотация. Основными показателями, характеризующими качество протравливания, являются полнота протравливания и степень покрытия поверхности семян препаратом. Важно также снижение механических повреждений семян и расхода препарата, устранение вредного воздействия на человека и окружающую среду. В настоящее время протравливание семян хлопчатника химическими препаратами осуществляется в централизованном порядке в специализированных цехах подготовки посевных семян при хлопкоочистительных заводах. В настоящей статье приведены данные проведенных исследований в результате, которого разработана и изготовлена новая конструкция протравливателя опушенных и оголенных семян с шестигранным смесительным барабаном. Рассмотрена последующее после нескольких ударов, свободное движение семени под действием силы тяжести с начальной скоростью, направленной под углом к горизонту по наклонному лотку протравливателя, выведены уравнение определяющие кинетические и потенциальные энергии катящейся семян по наклонной поверхности. Также приведены результаты экспериментальных исследований, проведенных на изготовленном протравливателе опушённых и оголенных семян.

Ключевые слова: конструкция, протравливатель, семена, полнота, движение, исследование, наклонная плоскость, барабан, вращения, скорость

Annotation. The main indicators characterizing the quality of etching are the completeness of etching and the degree of coating of the surface of the seeds with the preparation. It is also important to reduce mechanical damage to seeds and

ISSN 2181-3187

drug consumption, eliminate harmful effects on humans and the environment. Currently, the etching of cotton seeds with chemical preparations is carried out centrally in specialized seed preparation workshops at cotton gins. This article presents the data of the studies carried out as a result of which a new design of a pickler of pubescent and bare seeds with a hexagonal mixing drum was developed and manufactured. The subsequent free movement of the seed under the influence of gravity with an initial velocity directed at an angle to the horizon along the inclined tray of the etcher is considered after several strokes, the equation determining the kinetic and potential energies of the rolling seed on an inclined surface is derived. The results of experimental studies conducted on the manufactured pickling of pubescent and bare seeds are also presented.

Keywords: construction, pickler, seeds, completeness, movement, research, inclined plane, drum, rotation, speed

Введение.

Согласно постановлению Кабинета Министров Республики Узбекистан № 604 от 23.12. 2004 года построены 31 специализированных цехов по подготовке посевных семян хлопчатника [1]. Для этой цели используется протравливатели, в которых нанесение частиц ядохимиката на поверхность семян производится за счет их механического перемешивания в соответствующих рабочих органах. Качество протравливания наряду с другими факторами зависит от конструктивно-технологических схем и режимов работы протравливателей. Существующие протравливатели работают в основном по принципу механической транспортировки и подачи семян в камеру протравливания, где происходит нанесение препарата с последующим перемешиванием и выгрузкой протравленных семян механическими устройствами. Основными недостатками существующих конструкций протравливателей является неравномерность распределения семян по массе и по поверхности семян, завышенный расход рабочей жидкости. К настоящему времени недостаточно исследований по разработке рациональной технологии нанесения протравителей на поверхность

ISSN 2181-3187

хлопковых семян. Подготовка посевных семян производится, после их протравления суспензией в специальных машинах. Известен протравливатель семян, включающий бункер, сообщающийся с ним приемной камерой, в которой, посредством снабженной противовесом и рычагом оси, установлен двухсекционный ковш, причем на приводном валу насоса смонтирована кулиса, а на рычаге оси установлена скоба для взаимодействия с кулисой приводного вала насоса [2, 3].

Недостатком данного протравливателя является то, что с изменением производительности подачи семян невозможно обеспечить подачу суспензии соответствующую объему подачи семян и обеспечить регулировку подачи суспензии. Кроме того, увеличивается вероятность не попадания необходимой дозы суспензии на высыпаемые из ковша семена, что обусловливает их свободный проход без обработки ядохимикатами, при этом снижается качество протравливания семян. Этот протравливатель предназначен для обработки только сыпучих материалов. Известен протравливатель семян, содержащий, питатель семян с бункером, семяпровод, емкость для ядохимикатов с трубопроводом и форсунку (Юбус, Испания, марки D-2-VH) [4]. Недостатком данного протравливателя является ручная регулировка подачи суспензии, который уменьшает точность, соотношение подачи семян с расходом суспензии и производительностью питателя семян. Форсунка, установленная над лотком, не обеспечивают равномерность нанесения суспензии на скатывающиеся по лотку семена. При большой производительности питателя семян увеличивается слой скатывающихся семян. На основании вышеизложенного разработка протравливателя опушенных семян хлопчатника, позволяющего повысить равномерность и полноту протравливания является актуальной задачей.

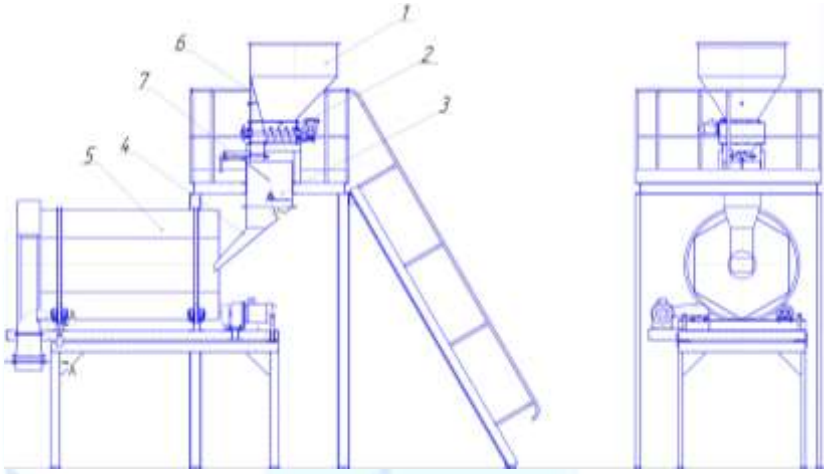
Анализ современного состояния проблемы. Для сухого способа протравливания Б.Н. Емелин [5] предлагал штанговый протравливатель при таком способе препарат плохо удерживается на поверхности семян, часть препарата теряется. Как отмечает И.П.Масло [6], ухудшаются санитарно-

ISSN 2181-3187

гигиенические условия труда. Эти недостатки снижают увлажнением семян и порошка при протравливании венгерским протравливателем «Мобитокс», «Стабитокс», «Мобитокс-Цикломат», «Мобитокс-Супер» [7]. Особое влияние на равномерное распределение препарата по посевному материалу имеют особенности конструкций технических средств в части камер подготовки препарата и камер обработки, а также типа устройства по подаче препарата и семенного материала в камеру обработки. Существует два основных типа технических устройств для обработки: машина поточного типа – подача препарата и семенного материала в камеру обработки производится непрерывно; машина порционного типа–на определенный вес семенного материала в камеру обработки подается определенное отмеренное количество препарата. Считается, что машины поточного типа обладают более высокой производительностью, но меньшей равномерностью отложения препарата на посевной материал [8, 9]. Для протравливания посевных семян хлопчатника в протравочных цехах хлопкозаводов и заготовительных пунктов используются протравливатели различных модификаций. Так, для протравливания оголенных посевных семян хлопчатника используются протравливатели АПХ-5, 2-ОСХ, УОСХ-6, а также комплекс оборудования марки КПС-15 и аналогичный комплекс марки КПС-19, а для протравливания опушенных посевных семян хлопчатника используется модернизированный протравливатель УОСХ-6, СП-3М, марки I-JS-8/L (“Юбус” Испания) или комплекс оборудования КПХ-6 [10, 11].

Для повышения качества протравления опушенных и оголенных посевных семян хлопка суспензией при высокой производительности (4÷5 т/ч) была в АО «Paxtasanoat ilmiy markazi» разработана и изготовлена новая [12, 13] конструкция протравливателя (рис.1).

ISSN 2181-3187



1-бункер семян, 2-дозатор семян, 3-камера протравливания, 4-наклонный лоток семян, 5-смеситель барабан, 6-заслонка, 7-регулирования оголенных семян

Рисунок 1. Схема разработанного универсального протравливателя посевных семян

Теоретические исследования. Рассмотрим последующее после нескольких ударов, свободное движение семени под действием силы тяжести с начальной скоростью, направленной под углом α к горизонту [2÷4].

Представим хлопковое семя в виде цилиндра, при скатывании которого по наклонной плоскости, в первом приближении, отсутствует скольжение (рис.2).

Пусть, после двух «отскоков» (точка O_2, рис.1.2) хлопковое семя (далее цилиндр) представленное в виде цилиндра радиусом R и массой m скатывается с лотка (наклонной плоскости), расположенного под углом α с горизонтом (рис.1.4). На цилиндр действуют три силы: сила тяжести $P = mg$, реакция плоскости (лотка) на цилиндр N и сила трения цилиндра о поверхность лотка $F_{тр.}=\mu m$, где μ - коэффициент трения хлопковых семян по поверхности лотка.

Цилиндр участвует одновременно в двух видах движения: поступательном движении центра масс и вращательном движении относительно оси, проходящей через центр масс.

ISSN 2181-3187

Так как цилиндр во время движения остается на плоскости, то ускорение центра масс в направлении нормали к наклонной плоскости равно нулю, следовательно [14]:

$$P \cdot \cos\alpha - N = 0 \qquad (1)$$

Уравнение динамики поступательного движения по наклонной плоскости определяется силой трения $F_{тр.}$ и составляющей силы тяжести вдоль наклонной плоскости $mg \cdot \sin\alpha$, будет:

$$ma = mg \cdot \sin\alpha - F_{тр.} \qquad (2)$$

где: a – ускорение центра тяжести цилиндра по наклонной плоскости.

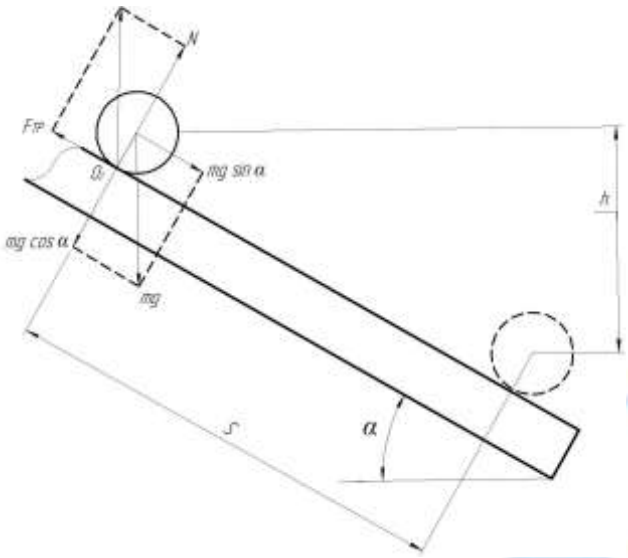


Рисунок 2. Свободное движение семени по наклонной плоскости (лотку) протравливателя

Цилиндр участвует одновременно в двух видах движения: поступательном движении центра масс и вращательном движении относительно оси, проходящей через центр масс.

ISSN 2181-3187

Так как цилиндр во время движения остается на плоскости, то ускорение центра масс в направлении нормали к наклонной плоскости равно нулю, следовательно:

$$P \cdot \cos\alpha - N = 0 \qquad (1)$$

Уравнение динамики поступательного движения по наклонной плоскости определяется силой трения $F_{тр.}$ и составляющей силы тяжести вдоль наклонной плоскости $mg \cdot \sin\alpha$, будет:

$$ma = mg \cdot \sin\alpha - F_{тр.} \qquad (2)$$

где: a – ускорение центра тяжести цилиндра по наклонной плоскости.

Тогда уравнение динамики вращательного движения относительно оси, проходящей через центр масс имеет вид:

$$I\,\varepsilon = F_{тр.}R \qquad (3)$$

где: I – момент инерции, ε – угловое ускорение.

Момент силы тяжести относительно этой оси равен нулю.

Уравнения (2) и (3) справедливы вне зависимости от того, движется цилиндр по плоскости со скольжением или без скольжения. Но из этих уравнений нельзя определить три неизвестные величины: $F_{тр.}$, a и ε, для этого необходимо еще одно дополнительное условие.

В общем случае момент инерции однородных симметричных тел вращения относительно оси, проходящей через центр масс, можно записать в виде:

$$I = kmR^2 \qquad (4)$$

ISSN 2181-3187

где: $k = 0{,}5$ для сплошного цилиндра (диска); $k = 1$ для полого тонкостенного цилиндра (обруча); $k = 0{,}4$ для сплошного шара; для хлопковых семян, очевидно $к \approx 0{,}7$.

Рассмотрим процесс с позиции закона сохранения энергии. Поскольку при качении твердого тела по твердой поверхности сила трения качения незначительна, то полная механическая энергия скатывающегося тела постоянна. В начальный момент времени, когда тело находится в верхней точке наклонной плоскости на высоте ***h***, его полная механическая энергия будет равна потенциальной [15]:

$$W_п = mgh = mgs \cdot \sin\alpha \qquad (5)$$

где: s – путь, пройденный центром масс.

Кинетическая энергия катящегося тела складывается из кинетической энергии поступательного движения центра масс со скоростью υ и вращательного движения с угловой скоростью ω относительно оси, проходящей через центр масс, те:

$$W_k = \frac{m\upsilon^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} \qquad (6)$$

При качении без скольжения линейная и угловая скорости связаны соотношением:

$$\upsilon = R\omega \qquad (7)$$

Преобразуем выражение для кинетической энергии (15), используя в нем формулы (7) и (4):

$$W_2 = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} = \frac{mR^2\,\omega^2}{2} + \frac{kmR^2\,\omega^2}{2} = \frac{(1+k)mR^2\omega^2}{2} \qquad (8)$$

Движение по наклонной плоскости является равноускоренным:

ISSN 2181-3187

$$s = \frac{at^2}{2} \tag{9}$$

Преобразуем зависимость (9) с учетом (4):

$$s = \frac{at^2}{2} = \frac{R\varepsilon t^2}{2} = \frac{R\omega t}{2} \tag{10}$$

Решая совместно уравнения (8) и (10), получим окончательное выражение для определения кинетической энергии цилиндрического тела, катящегося по наклонной плоскости:

$$W_k = \frac{2(1+k)ms^2}{t^2} \tag{11}$$

Преобразуя выражение (10) получим выражение для расчета угловой скорости вращения цилиндра, скатывающегося по наклонному лотку:

$$\omega = \frac{2s}{Rt} \tag{12}$$

При скатывании с лотка с учетом начальной скорости после двух ударов о лоток при падении $V_0 = V_{2\zeta}$ семя будет иметь линейную скорость:

$$V = V_0 + at = V_0 + tg\frac{\sin\alpha}{1 + \frac{I}{mR^2}} \tag{13}$$

Значения угловой и линейной скоростей можно получить из уравнения баланса кинетической энергии (8).

При этом следует отметить, что если семя скатывается с наклонной плоскости, т.е. одновременно участвует в поступательном и вращательном движениях, то его кинетическая энергия у основания наклонной плоскости будет равна сумме кинетических энергий поступательного движения центра масс и вращения.

ISSN 2181-3187

Методология исследований. Исследования проводились с использованием существующих методических указаний к проведению экспериментальных исследований, с математической обработкой полученных данных.

Экспериментальные исследования. Для обеспечения равномерного и полного покрытия рабочей суспензии протравливателя по поверхности семян, проводились экспериментальные исследования по определению времени перемешивания и фактическая пропусная способность по семенам в зависимости от угла наклона шестигранного смесительного барабана разработанного протравливателя, результаты которого представлены в таблице 1. Как видно из результатов эксперимента (таблица 1), при регулировке скорости вращения шестигранного смесительного барабана 7 об/мин, при изменениях угла наклона шестигранного смесительного барабана относительно горизонтальной плоскости от 1,0 до $3,0^0$, не успевают перемешивание семян при производительности протравливания 4 т/ч, наблюдается некоторое скопление семян внутри барабана, так как пропускная способность барабана меньше чем требуемая производительность протравливателя.

Когда скорость вращения барабана установлена 10 об/мин, при угле наклона шестигранного смесительного барабана $2,0^0$ относительно горизонтальной плоскости, продолжительность смешивания составляла 98 секунд, при этом время перемешивания семян в шестигранном смесительном барабане и подача семян в барабан по производительности совпадает, и обеспечивается наилучшее перемешивание семян, катящихся друг с другом на дополнительных решетках, собранных из круглых труб и взаимодействующего со стенкой барабана, удовлетворяющей поставленной перед нами цели обеспечивается при продолжительности смешивания.

Таблица 1.

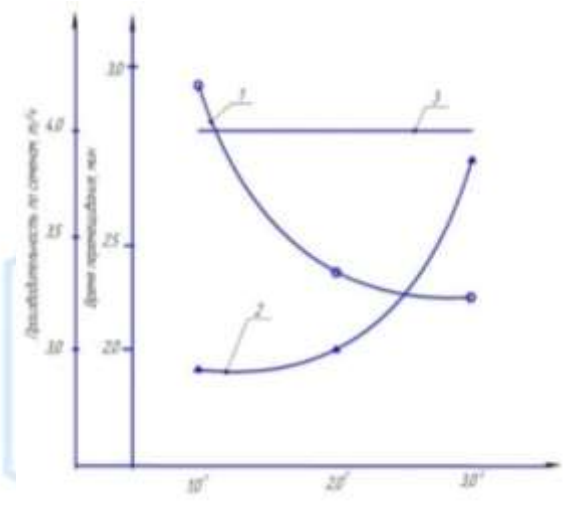
Влияние скорости вращения барабана и угла его установки относительно горизонтальной плоскости на время нахождения семян в барабане и его пропусную способность по семенам

ISSN 2181-3187

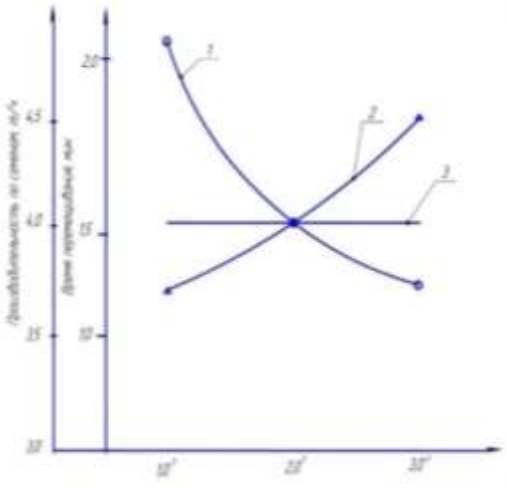
Скорость вращения шестигранного смесительного барабана, об/мин	Влияние угла его установки относительно горизонтальной плоскости					
	на время нахождения семян в барабане, секунд			Пропускная способность барабана по семенам, т/час		
	$1,0^0$	$2,0^0$	$3,0^0$	$1,0^0$	$2,0^0$	$3,0^0$
7	169	139	104	3,2	3,4	3,8
10	125	98	75	3,7	4,0	4,15
13	102	82	62	3,8	4,5	4,8

Экспериментальные исследования по определению времени перемешивания и производительность перемешивающего барабана производились при фиксированных подачах протравленных семян в перемешивающий шестигранный барабан в количестве 4 т/час. Фактические данные по производительности шестигранного смесительного барабана определяли хронометражем технологического процесса и взвешиванием семян, выходящих из конца шестигранного смесительного барабана.

ISSN 2181-3187



При угловой скорости барабана 7 об/мин



При угловой скорости барабана 10 об/мин

Рисунок 3. Время перемешивания семян (1) и фактическая производительность шестигранного смесительного барабана по семенам (2) в зависимости от угла наклона его в горизонтальной поверхности. (3) производительность подачи протравленных семян в шестигранный смесительний барабан-4 т/час.

Как видно из рис. 3 при угле наклона шестигранного смесительного барабана до 2^0 и при угловой скорости барабана 10 об/мин, кривые времени перемешивания и фактическая производительность смесительного барабана пересекаются в одной точке с прямой заданной производительности протравочной машины равной 4 т/час. При этом, как показали результаты хронометражных работ, фактическая производительность шестигранного смесительного барабана по семенам составляла 4 т/час. Это значит, количество семян, входяших и выходяших из шестигранного смесительного барабана соответствует, поэтому внутри барабана не происходит скопление семян.

Для подтверждения вышеуказанных результатов были проведены испытания разработанного протравливателя шестигранним смесительным барабаном в производственных условиях цеха по подготовке опушенных посевных семян хлопчатника хлопкоочистительного завода Рамитан Бухарской области.

ISSN 2181-3187

В ООО «РИМ Устахонаси» был изготовлен опытный образец разработанного протравливателя с шестигранным смесительным барабаном, согласно обоснованным параметрами, фотографии которого приведены на рис. 4.

Рисунок 4. Фотографии изготовленного шестигранного смесительного барабана в составе протравливателя опушенных семян хлопчатника

Результаты проведенных испытаний приведены в таблице 2. Как видно из таблицы 2, для того чтобы сравниваемые шестигранные смесительные барабаны имели одинаковые показатели по полноте протравливания, необходимо увеличение расхода протравливающей рабочей суспензии от 27,0 л/тонна до 29,5 л/тонна на существующем смесительном барабане. Поэтому можно утверждать, что при интенсивном перемешивании в усовершенствованном шестигранном смесительном барабане для протравки каждой тонны опушенных семян расходуется на 2,5 л рабочей суспензии меньше, чем при существующем шестигранном смесительном барабане.

Таблица 2

ISSN 2181-3187

Анализ полученных результатов. Из полученных экспериментальных данных таблицы 1 и рисунке 3 видно, что когда скорость вращения барабана

Фактическая производительность протравливателя, т/час	Существующий шестигранный смесительный барабан			
	Время перемешивания, сек	Фактический выход семян за время перемешивани, кг	Фактический расход суспензии, л/тонна	Полнота протравливания, %
4,0	82,1 82,2 81,7	91,1 91,3 90,9	27,0	86,2 86,5 85,9
средние	**82,0**	**91,1**	**27,0**	**86,2**
4,0	82,1 82,2 81,7	91,1 91,3 90,9	29,5	92,0 92,8 92,1
средние	**82,0**	**91,1**	**29,5**	**92,3**
Фактическая производительность протравливателя, т/час	Усовершенствованный шестигранный смесительный барабан			
	Время перемешивания, сек	Фактический выход семян за время перемешивания, кг	Фактический расход суспензии, л/тонна	Полнота протравливания, %
4,0	87,6 88,2 87,0	96,36 96,58 96,14	27,0	92,5 93,1 91,9
средние	**87,6**	**96,36**	**27,0**	**92,5**

ISSN 2181-3187

установлена 10 об/мин, при угле наклона шестигранного смесительного барабана $2,0^0$ относительно горизонтальной плоскости, продолжительность смешивания составляла 98 секунд, при этом время перемешивания семян в шестигранном смесительном барабане и подача семян в барабан при производительности совпадает, и обеспечивается наилучшее перемешивание семян, катящихся друг с другом на дополнительном смешивании и взаимодействующих со стенкой барабана. Удовлетворяющая поставленная перед нами цель обеспечивается при продолжительности смешивания, которая составляет 98 секунд.

Выводы. В результате проведенных исследований выведены уравнение определяющие кинетические и потенциальные энергии катящейся семян по наклонной поверхности разработанного протравливателя. При скорости вращения шестигранного смесительного барабана равным 10 об/мин, количество семян входяших и выходяших из шестигранного смесительного барабана соответствует, поэтому внутри барабана не происходит скопление семян. Результаты определения показателей качества протравленных семян в результате перемешивания внутри совершенствованного шестигранного смесительного барабана, показали, что при его угле установке 2^0 и скорости вращения равным 10 об/мин по польноте и равномерности протравливания семян, отвечает требованиям стандарта.

Как показали результаты сравнительных производственных исследований, за сет интенсивного перемешивания в усовершенствованном шестигранном смесительном барабане с решетками собранные из круглых труб при обеспечении одинаковой полноты протравливания опушенных семян, на каждую тонну опушенных семян расходуется на 2,5 л рабочей суспензии меньше, чем при существующем шестигранном смесительном барабане, что соответствует экономии протравливателя на 0,34 л (кг) для каждой тонны протравливаемых опушенных семян.

ISSN 2181-3187

References

1. V.G. Rakipov, R.K. Djamolov. [Development and implementation of technological regulations for the preparation of technical requirements for workshop projects, preparation of hairy and dehydrated seeds using domestic, imported cleaning, sorting, calibration and treatment equipment]. № 050901 Final report on research work, JSC "Pakhtasanoat Ilmiy Markazi", T-2006. 130 p. (in Uzbek)

2. I.I.Sushko, I.Ya. Ostashevsky. Seed dresser, SU1007573 Bull. №12, Moscow, 1983. 36 p. (in Russian)

3. Juraev R.Kh. Justifcation of the technology and basic parameters of the device for pickling pubescent cotton seeds during pelleting]. diss. Cand. tech. sciences. Yangiyul, 2000. 136 p. (in Russian)

4. [Nitial Cotton Handbook]. JSC "Pakhtasanoat Ilmiy Markazi", Tashkent, 2019. 23 p. (in Uzbek).

5. Emelin B.N. Research of a new technology for seed treatment: abstract. c.t.s.:052001. Saratov, 1970 . 23 p. (in Russian)

6. Maslo I.P. Study of the process of seed treatment with protective preparations in a vertical closed air flow: Diss. c.t.s. Kiev, 1971. 131 p. (in Russian)

7. Salakhov I.M. Development and justifcation of the parameters of the pneumomechanical seed dresser of grain crops. Diss.k.t.s., Kazan. 2014. 123 p. (in Russian)

8. Smelik V. A. Presowing seed treatment by applying artifcial shells. V. A. Smelik, E. I Kubeev, V. M. Drincha.St. Petersburg: SPBGAU, 2011. 272 p. (in Russian)

9. R.F.Yunusov, V.G.Rakipov, R.K.Djamolov. Developing a universal treater for pubescent and bare sowing cotton seeds. Proceedings of the international scientifc-practical conference "Infotekstil 2005. The implementation of information and communication technologies in the textile and light industries"II-part, Tashkent, 2005, P. 43-46. (in Russian)

ISSN 2181-3187

10. Nitial Cotton Handbook. JSC "Pakhtasanoat Ilmiy Markazi", Tashkent. 2019. 23 p. (in Uzbek)

11. V.G. Rakipov, R.K. Djamolov. Development of universal sewing machines for hairy and thinned woolen seeds. Of scientifc research report No. 0408, Toshkent-2006. 48 p. (in Uzbek)

12. R.K.Djamolov, V.H.To'ychiev. Development of a device for adjusting the drug consumption of mory fluid to the effciency of the seeder to improve the effectiveness of seed germination. Of scientifc research report №1106, Tashkent 2012.42 p. (in Uzbek)

13. B.Ya. Kushakeev, R.A. Gulyaev, R.K. Jamolov, A.A. Akramov. Seed cutter, FAP 00873, Promising inventions and useful medals of the Republic of Uzbekistan 3-dream, Toshkent, 24 p. (in Uzbek)

14. Савельев И.В. Курс общей физики.-СПб.: Лань,2005,т.1 §38-41, -438с.

15. Дмитриева В.Ф.,Прокофьев В.Л. Основы физики.-М.:ВШ,гл.4, 2001.-527с.