

УДК 631.331.85

UDC 631.331.85

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОБЛЕМЕ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР НА ВЫСОКИХ СКОРОСТЯХ ДВИЖЕНИЯ

RESEARCH ON THE PROBLEM OF SOWING ROW CROPS AT HIGH SPEEDS OF MOVEMENT

Матущенко Алексей Евгеньевич
старший преподаватель
archangel24@mail.ru

Matushchenko Alexey Evgenievich
senior lecturer
archangel24@mail.ru

Сарксян Мовсес Дмитриевич
студент
movses.sarksyan.03@mail.ru

Sarksyan Movses Dmitrievich
student
movses.sarksyan.03@mail.ru

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Данная статья представляет исчерпывающий обзор высокоскоростных сеялок и их важной роли в современном сельском хозяйстве. В статье подробно анализируются технологические инновации и автоматизированные системы, применяемые в этих сельскохозяйственных машинах, а также оценивается их влияние на повышение производительности и качества посевных работ. Рассматриваются преимущества использования высокоскоростных сеялок, включая оптимизацию расхода семян и сокращение времени посадки, а также выявляются вызовы, связанные с их внедрением. Освещается роль этих инновационных машин в улучшении продовольственной безопасности и устойчивости сельского хозяйства в контексте современных вызовов и требований к сельскому сектору

This article provides an exhaustive overview of high-speed seeders and their important role in modern agriculture. The article analyzes in detail the technological innovations and automated systems used in these agricultural machines, and also assesses their impact on improving productivity and quality of sowing operations. The advantages of using high speed seeders, including optimization of seed consumption and reduction of planting time, are considered, as well as the challenges associated with their implementation are identified. The role of these innovative machines in improving food safety and sustainability of agriculture in the context of current challenges and requirements for the rural sector is highlighted

Ключевые слова: КУКУРУЗА, СВЕКЛА, СЕМЯ, ВЫСЕВ, СЕЯЛКА, СОШНИК

Keywords: CORN, BEETROOT, SEED, SOWING, SEED DRILL, COULTER

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-194-011>

Для работы посевных агрегатов на высоких скоростях необходимы определенные условия. Главные из них: выравненность поверхности почвы, а также семя по их физико-механическим свойствам и точный подбор к ним высевающих дисков аппаратов сеялки.

С повышением скорости сельскохозяйственных машин и значительной степени возрастают толчки. Мощность сил инерции увеличивается в кубе по сравнению со степенью увеличения скорости, т.е. в 8 раз при повышении скорости в два раза.[1]

<http://ej.kubagro.ru/2023/10/pdf/11.pdf>

При обычной загонной вспашке на поле остаются борозды и свальные гребли. Практически они полностью не ликвидируются и после проведения операции по выравниванию с помощью специальных заравнивателей. Однако есть способы вспышки, при которых поле получается ровным, без борозд и гребней. Например, беззагонно-фигурная пахота, широко применяемая в ряде районов Кубани, беззагонно-круговая пахота и пахота челночным способом специальными плугами.

Хорошему выравниванию поля способствует также проведение всех других предпосевных операций по подготовке почвы при движении агрегата в направлении по диагонали участка.[2]

Известно, что качество семян является одним из важных факторов повышения урожайности всех культур. Исследованиями установлено большое значение выравненности семенного материала по размерам и весу, что в некоторой степени обеспечивает выравнивание и по их биологическим свойствам. Механическое выравнивание семян пропашных культур по размерам (калибровка) гарантирует некоторое выравнивание их по весу и обеспечивает равномерный высеv дисковыми высеvающими аппаратами.

Учитывая, что партии семян сортов и гибридов односемянной свеклы представляют собой смесь плодиков плоской (чечевицеобразной) и округлой форм, нами была разработана технология калибровки этих семян по их ширине (диаметру) и толщине. По этой технологии получают четыре новые фракции семян (табл.1), и они высеvаются гораздо точнее, чем семена обычной калибровки по ширине. Так, при высеvе обычной фракции 8,5 – 4,5 мм на липкой ленте аппаратом сеялки 2СТСН-6А по два семени вместе было 9 – 11,7%, а на новой фракции № 2А – только 0,6 – 1,7%.

Таблица 1

Фракции семян односемянной свеклы, калиброванных по ширине и толщине

| № фракции | Размеры семян, мм | | Рекомендуемые размеры ячеек высевного диска 2СТСН – 6А | |
|-----------|-------------------|-----------|--|---------|
| | Ширина | Толщина | Диаметр | Глубина |
| № 1А | 4,5 – 5,5 | 3 – 5,5 | 6 | 3,5 |
| № 1Б | 4,5 – 5,5 | 2 – 3 | 6 | 2,5 |
| № 2А | 3,5 – 4,5 | 2,5 – 4,5 | 5 | 3,0 |
| № 2Б | 3,5 – 4,5 | 2 – 2,5 | 5 | 2,5 |

Нами также разработана технология подготовки новых гибридных семян многосемянной сахарной свеклы «Кубанский полигибрид 9» и приспособления к сеялкам точного высева для посева этих семян. Семенами этого гибрида засеваются большая часть площади, отведенных под сахарную свеклу на Кубани. Семена Кубанского полигибрида 9 калибруют на две обычные фракции: 4,5 – 5,5 мм и 3,5 – 4,5 мм на решетках с круглыми отверстиями. Но в отличие от односемянных сортов и гибридов 40-42% новых семян, не прошедших через решетку с отверстиями с диаметром 5,5 мм, шлифуются, частично дробятся и затем снова калибруются. Обычно принятые размеры диаметров ячеек (на 0,5 больше максимального размера семян во фракции) оказались для новых семян недостаточными. Поэтому они были увеличены на 1 мм против заводских. В таб.2 приведены размеры семян и ячеек высевного диска аппарата

сеялки 2 CNCY-6A, а также результаты исследований при высеве этих семян.[3]

Из данных таблицы 2 видна хорошая заполняемость ячеек диска семенами не обычных (до 0,3 м/сек) и повышенных окружных скоростей высевного диска, что соответствует поступательной скорости сеялки до 12 км/час.

Нами было рассмотрено соответствие дисков сеялок точного высева теоретически обоснованным параметрам. Эта часть работы базируется на исследованиях по высеку семян кукурузы, подсолнечника и сахарной свеклы, проведенных рядом авторов. Ими дан механико-математический анализ работы высевных дисков сеялок точного в зависимости от принятых интервалов калибровки семян. Этим вопросом были посвящены так же наши исследования, учитывались исследования и зарубежных авторов, в результате чего нами выведены эмпирические формулы расчетов размеров ячеек высевных дисков для разных культур (табл. 3).[4]

В табл. 4 приведены сводные данные размеров ячеек высевных дисков для принятых фракций семян пропашных культур, высчитанные по формулам (табл. 3) и фактические на выпускаемых промышленностью сеялках точного высева в рекомендуемые нами для фракций семян сахарной свеклы.

Как видно из табл. 4, в выпускаемых сеялках не всегда соответствует принятые размеры ячеек дисков теоретически обоснованным. Полное соблюдение этих размеров приведет к повышению точности высева, что особенно важно для работы сеялок на высоких скоростях движения.

Таблица 2

Работа высевающего аппарата сеялки 2СТСН – 6А на семенах
Кубанского полигибрида 9

| Фракция семян, мм | Год выращивания | Размер ячеек, мм | | Коэффициент заполнения ячеек при окружениях скоростях диска, м/сек | | | |
|-------------------------|--------------------|------------------|---------|--|------|------|------|
| | | Диаметр | Глубина | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 |
| 4,5 – 5,5 | 2021 | 7 | 3,5 | 1,02 | 1,0 | 0,98 | 0,96 |
| | 2022 | 7 | 3,5 | 1,02 | 1,02 | 0,99 | 0,99 |
| 3,5 – 4,5 | 2021 | 6 | 3 | 0,99 | 0,97 | 0,95 | 0,94 |
| | 2022 | 6 | 3 | 1,15 | 1,11 | 1,05 | 1,1 |

Таблица 3

Формула для расчета размеров ячеек дисковых высевающих
аппаратов

| Культура | Формулы | Обозначения |
|------------------|--|---|
| Кукуруза | Горизонтально-дисковой аппарат $\alpha = l_{max} + (1 \div 1,5)\text{мм},$ $\beta = a_{max} + (0,7 \div 0,8) -$ 1 мм, $H = b_{min}$ | α – длина ячейки l_{max} – максимальная длина по фракции β - глубина ячейки при зазоре между диском и стенкой банки 1 мм. |
| Подсолнечн ик | $\alpha = l_{max} + (0,5 \div 1)\text{мм},$ $\beta = a_{max},$ $H = b_{min}$ | a_{max} – максимальная толщина семян во фракции H – глубина ячейки |

| | | |
|-----------------|--|--|
| | | b_{min} – минимальная ширина семян во фракции |
| Сахарная свекла | Вертикально-дисковой аппарат $d_{я} = l_{max} + (0,5 \div 1,5)$ мм, $h_{я} = \alpha_{min} + (0,5 \div 1,5)$ мм | $d_{я}, h_{я}$ – диаметр и глубина ячейки α_{min} – минимальная толщина семян во фракции |

Продолжение таблицы 3

| | | |
|--------------|---|--|
| Кукуруза | $\alpha = l_{max} + (0,5 \div 1)$ мм, $\beta = a_{max} + (0,5 \div 1) - 1$ мм, $H = b_{max} + (0,75 \div 1)$ мм | b_{max} – максимальная ширина семян во фракции |
| Подсолнечник | $\alpha = l_{max} + (1,5 \div 2)$ мм, $\beta = a_{min},$ $H = b_{min}$ | |

Была также подробно рассмотрена возможность получения растений из высеянных семян на основе теории вероятности с учетом всхожести семян и их годности (процента растений, остающихся к моменту уборки от общего количества высеянных семян), так как это тесно связано с точным высевом.[5]

Примечания:

1. Семена кукурузы фракции № 5 и 6 высеваются округлыми ячейками и расчеты производятся с учетом того, что они лежат “плащами”, поэтому глубина ячеек определяется по ширине семян.

2. Большие расчетные размеры применимы для посева на высоких скоростях движения.

Таблица 4

Размеры ячеек высевающих дисков для фракции семян пропашных культур

| Культура | № фракции | Размер ячеек, мм | | | | | | Марка се-ялки |
|------------------------------|-----------|--------------------------|-------------|--------------------------------|----------------|---------|--------------------------------|---------------------------------|
| | | Расчетные | | | Фактические | | | |
| | | Длина, диаметр | Глубина | Толщи-на диска (высота ячейки) | Длина, диаметр | Глубина | Толщи-на диска (высота ячейки) | |
| Кукуруза | 1 | 14 – 14,5 | 5,2 – 5,3 | 9 | 14 | 5,25 | 3 | СКГН-6А |
| | 2 | 13 – 13,5 | 5 | 8 | 12,5 | 5,25 | 3 | СКНК-6(8) |
| | 3 | 12 – 12,5 | 4,7 – 4,8 | 7 | 12 | 5 и 4,6 | 7 и 6 | СКПН-6(8) |
| | 4 | 11 – 11,5 | 4,5 – 4,6 | 6 | 10,5 | 4,6 | 6 | |
| | 5 | 12 – 12,5 | 10,7 – 10,8 | 5 | 11 | 9,5 и 8 | 6 | |
| | 6 | 11 – 11,5 | 7,7 – 7,8 | 5 | 11 и 10 | 8 и 6,5 | 6 | |
| Подсолнечник | 1 | 14,5 – 15,5 12,5 – 13 | | | | | | То же с приспособлениями ВНИИМК |
| | 2 | “ | 5 | 7 | 14 и 12 | 5 | 6 | |
| | 3 | “ | 5 | 6 | “ | 5 | 6 | |
| | 4 | “ | 5 | 5 | “ | 4,3 | 5 | |
| Односемянная сахарная свекла | 1 | 6 – 6,5 | 3,5 | - | 6 | 3,5 | - | 2СТСН-6А |
| | 2 | 5 – 5,6 | 3 | - | 5 | 3 | - | |
| | 1А | 6,5 | 3,5 | - | 6,5 | 3,5 | - | |
| | 1Б | 6,5 | 3 | - | 6,5 | 2,5 – 3 | - | |
| | 2А | 5,5 | 3 | - | 5,5 | 3 | - | |
| | 2Б | 5,5 | 2,5 | - | 5,5 | 2,5 | - | |
| Многосемянная | 1 | 7 | 3,5 – 4 | - | 7 | 3,5 – 4 | - | 2СТСН-6А |
| | 2 | 6 | 3 – 3,5 | - | 6 | 3 – 3,5 | - | |

Для кукурузы и подсолнечника можно принять понижение лабораторной всхожести в поле в пределах до 15-20%, в число погибших расте-

ний в период от всходов до уборки 10-15%. На площадях сахарной свеклы снижение лабораторной всхожести может достигать 30% и более, в количестве уничтоженных до уборки растения – до 60-80 %, не считая удаленных во время прореживания на рядовых посевах.[6]

Чтобы получить всходы, не требующие затрат ручного труда на формирование насаждений, для сеялок точного высева семена должны быть не ниже первого класса и иметь выравненность калибровки не ниже 80-90%.

Вероятность получения гнезд с разным количеством растений (от 0 до n) можно определить разложением в ряд Бинома Ньютона:

$$[(1 - K) + K]^n = (1 - K)^n + n(1 - K)^{n-1} \times K + \frac{n(n-1)}{1 \times 2} (1 - K)^{n-2} \times K^2 + \dots + K^n. (1)$$

где K – коэффициент годности семян, вероятность получения растений из 1 семени и моменту уборки (для кукурузы и подсолнечника $K=0,7 - 0,75$);

n – количество семян в гнезде (0, 1, 2 n)

первый член ряда – количество пустых гнезд от высеянных семян;

второй член – количество гнезд смолении растением и т.д. ;

последний член – вероятность получения n растений в гнезде от n - высеянных семян.

Расчеты по формуле (1) показывают, что на пунктирном посеве кукурузы, в зависимости от процента всхожести семян к норме высева необходимо добавить от 28 до 38% семян. На гнездовом же посеве следует высевать в 1,4-1,6 раза больше заданного количества растений в гнезде.

У сахарной свеклы получается значительно больше неравномерность всходов, чем у кукурузы и подсолнечника. Поэтому в зависимости от полевой всхожести при пунктирном посеве свёклы расстояние между растениями увеличивается на 40 – 60% против расстояний между семенами.

ми. А при гнездовом посеве количество семян в гнездах должно превышать необходимое количество растений в 1,7- 2,5 раза.

На основании исследований, проведённых рядом научно-исследовательских учреждений наших данных, а также опыта передовых совхозов и колхозов и официально утверждённых агротребований откры-вается (советском Союзе и международных по странам СЭВ) нами было сформулированы обобщенные более повышенные агротехнические и технологические требования к сеялкам пропашных культур.

Все сеялки с горизонтальная-дисковыми высевающими аппаратами фактически производят не пунктирный, а разреженно-рядовой посев с беспорядочным распределением семян и растений в рядах. Несколько лучше распределения семян в рядах обеспечивают свекловичные сеялки 2СТСН-6А благодаря расположению точки выбросы семян вблизи от дна борозды. Однако в эти ссылки не могут производить точный пунктирный посев из-за перераспределения семян на две борозды.

Все серийные сеялки имеют также существенные конструктивные недостатки, отрицательно влияющие на качество посева, в особенности на повышенных скоростях движения (индивидуальный привод высевающих аппаратах от прикатывающих колёс, широкие и высокие семяпроводы, широкие сочники и др.)

При работе на высоких скоростях изменяются условия эксплуатации сельскохозяйственных машин. Поэтому для повышения эксплуатационных показателей агрегата на посеве пропашных культур при высоких скоростях движения необходимо отказаться от некоторых с совмещенных операций, которые допускаются при посеве на скорости до 9 км/час. Это касается припосевного внесения удобрений и пестицидов.

Для иллюстрации значение скорости посева без внесения удобрений произведён расчёт эксплуатационных данных посевного агрегата и составлен график (рис. 1). Из чего видно, что даже уже при увеличенной ем-

кости для удобрений (75 кг на метр захвата) и минимальном времени на заправку сеялки семенами и удобрениями (3 и 6 минут) на посеве одновременным внесением удобрений темп прироста производительности намного ниже, чем при посеве без удобрений.[7]

Для высоких скоростей движения приемлемы механические дисковые и пневматические высевальные аппараты. Последние универсальны, надежны в работе, не требуют калибровки семян и вовсе не повреждают их при высеве, они более приемлемы для скоростных сеялок.

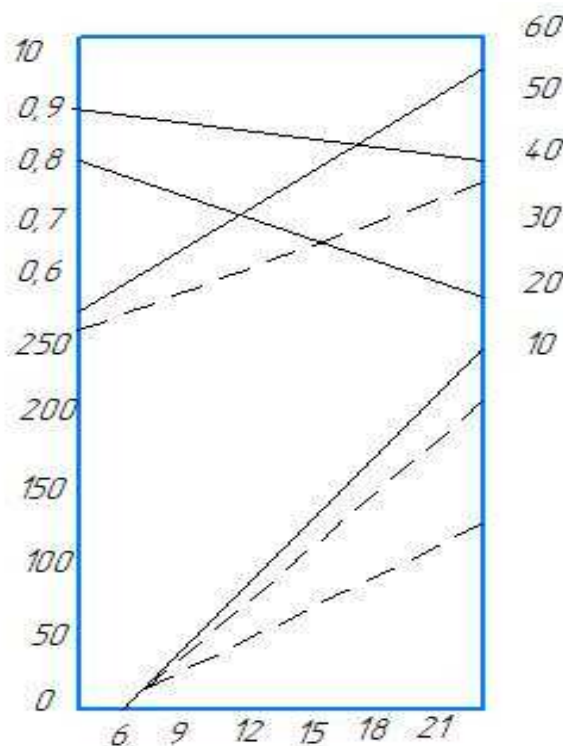


Рис. 1. Изменение эксплуатационных показателей агрегатов на посев кукурузы в зависимости скорости движения: τ_1 – коэффициент использования времени при посеве одних семян; τ_2 – тоже при посеве семян с удобрениями; w', w'' - производительность агрегатов при посеве семян без удобрений и с удобрениями; v'_p - прирост скорости в %; w'_e, w''_e - прирост производительности при посеве без удобрений и с удобрениями в %.

В специальных исследованиях рассматриваются вопросы теории технологического процесса пневматического высева и даны рекомендации по параметрам элементов пневматических высевающих аппаратов.[8]

В таб. 5 приведены данные по величине разряжения и характеристике присасывающей силы, действующей на различные семена.

Для скоростных сеялок пропашным культурам приемлемы два типа сошников: полозовидный и стрелчатый универсальный (сошник-полная лапа). Для фиксации семян дно борозды должно быть в виде клиновой щели с углом раствора 30°. Такую щель может делать клин, устанавливаемый на нижнем обрезе сошника.

Таблица 5

Характер действия присасывающей силы на семена при работе барабанного аппарата.

| Культура | mg – вес семени | Диаметр отверстия, мм | ΔP – разряжение, мм рт. столба | $P_{пр}$ – присасывающая сила, расчета | Отношение $\frac{P_{пр}}{mg}$ | По данным |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|--|--|-------------------------------|----------------|
| Кукуруза | 0,3 | 3 | 120 | 9,7 | 32,3 | А.А. Будагова |
| Кукуруза | 0,3 | 4 | 60 | 8,7 | 29,0 | - |
| Подсолнечник | 0,09 | 2 | 40 | 1,6 | 17,8 | - |
| Клещевина | 0,28 | 3 | 120 | 7,7 | 27,5 | - |
| Клещевина | 0,28 | 4 | 60 | 7,1 | 25,4 | - |
| Горох | 0,2 | 3 | 44 | 4,25 | 22,2 | Б.И. Журавлева |
| Односемянная сахарная свекла | 0,015 | 2 | 44 | 1,88 | 125 | - |

В щели семена закладываются и не раскатываются, так как угол раствора δ меньше двух углов трения φ семян о почву, т. е. соблюдено условие $\delta \leq 2\varphi$ (угол трения семян кукурузы о почву 42° , а подсолнечника 40°). В этом случае угол δ может быть $+80^\circ$; но скоростной киносъёмкой было установлено, что семенам не отражаются от поверхности почвы при наклоне последней до 15° (при падении не в центр щели, она наклонную стенку), поэтому угол раствора щели был принят 30° .

Подвеска сошников для экспериментальной сеялки нами принята радиальная (рис. 2.) Нажимная штанга установлена под острым углом β , что обеспечивает постоянное давление пружины на сошник при изменении положения его от рельефа почвы. Во время подъёма сошника угол β уменьшается, давление пружины возрастает, но произведение силы на синус этого угла, т.е. вертикальное давление, остается постоянным.

Уравнение моментов сил, действующих на сошник в статике, будет (рис. 2):

$$R_z t_{\cos\gamma} - P b \sin\beta - Q\ell + R'_z C = 0, \quad (2)$$

Откуда определится величина вертикальной реакции почвы на сошник:

$$R_z = \frac{P b \sin\beta - Q\ell - R'_z C}{t_{\cos\gamma}} = \text{const} \quad (3)$$

Для заделки семян сошников лучше устанавливать катки.

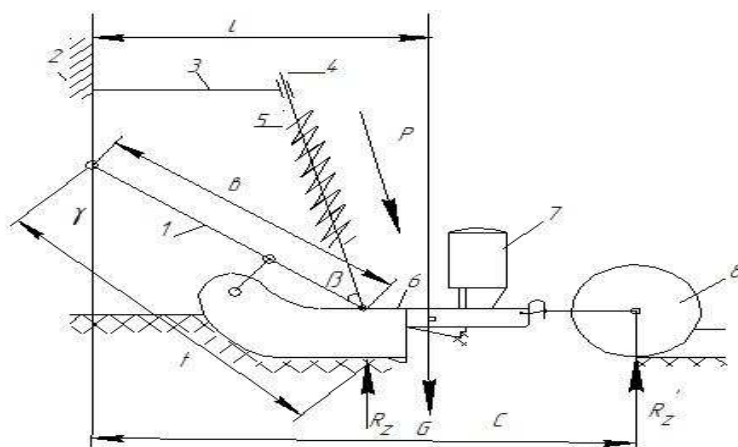


Рис. 2. Схема навески посевной секции экспериментальной сеялки: 1 – поводок, 2 – рама сеялки, 3 – кронштейн штанги, 4 – нажимная штанга, 5 – пружина, 6 – сошник, 7 – усиливающий аппарат, 8 – каток, P – сила сжатия пружины, G – вес секции, R_z – вертикальная реакция почвы на сошники, R'_z – вертикальная реакция пошла на каток.

Осыпание почвы в борозду за сошником, в особенности при движении на большой скорости, происходит очень быстро, что хорошо наблюдается при просмотре кадров скоростей киносъемки. Это объясняется тем, что за сошником образуется «пустота» – борозда, куда устремляются частицы почвы с баков под действием упругой деформации почвы P_1 (стенок борозды) и влекущей инерционной силы P_2 , направлены вперед. Она возникает от трения щек сошника о стенки борозды. Результативная сила направлена к центру борозды и вперед. (рис.3)

Каток, идущие за сошником, окончательно заделывает семена валиком почвы, образующими перед ними, и прикатывает почву о семенами. Наилучшими являются обрешиненные катки. Они меньше залипают почвой и обеспечивают более быстрое появление всходов. Ширина каток приедет

сахарной свёклы 100 - 120 мм, для крупносемянных культур-70 - 80 мм (для обеспечения бороздового посева). Диаметр катков 400 - 450 мм.

Наиболее надёжным является привод высевальных аппаратов от синхронного ВОМ трактора, а ещё лучше от гидромотора. Корректирование высева на скоростных квадратно-гнездовых сеялках можно осуществить с помощью мерной проволоки с шайбами при условии разгрузки вилок узлоуловителей от привода клапанов и использования их только для замыкания контактов цепи электромагнитного привода клапанов. На сеялках должна быть предусмотрена автоматизация и полная механизация процессов обслуживания: автосцепка, механизация заправки семенами, автоматизация подъёма и опускания маркеров, автоматизация вождения агрегата и контроля за работой отдельных узлов сеялки.

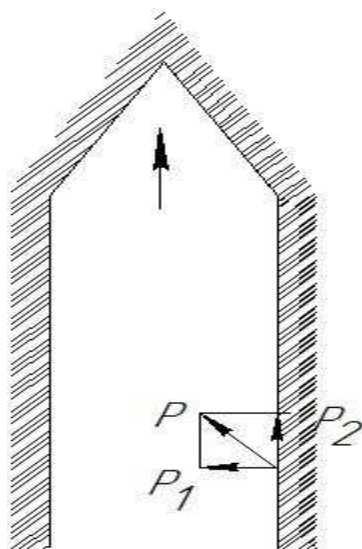


Рис.3 Схема сил, действующих по заделке семян самоосыпанием: P_1 – сила упругой деформации, P_2 – инерционная сила, P – результирующая сила.

Литература

1. Оптимальные параметры пневматического высевального аппарата / Г. Г. Маслов, В. В. Цыбулевский, Б. Х. Тазмеев [и др.] // Политематический сетевой электрон-

ный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 170. – С. 203-210. – DOI 10.21515/1990-4665-170-011.

2. Полуэктов, А. А. Исследование функции распределения геометрических размеров семян озимой пшеницы / А. А. Полуэктов, О. С. Вакуленко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(99). – С. 92-98.

3. Оптимальные параметры пневматического высевашего аппарата / Г. Г. Маслов, В. В. Цыбулевский, Б. Х. Тазмеев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 170. – С. 203-210. – DOI 10.21515/1990-4665-170-011.

4. Патент № 2746807 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/04, А01С 7/08. Сеялка с высокоскоростным устройством подачи семян : № 2020114955 : заявл. 28.09.2018 : опубл. 21.04.2021 / М. Вильхельми, Д. Хан, Ф. Уиллис [и др.] ; заявитель КИНЗ МЭНЬЮФЭКЧУРИНГ, ИНК.. – EDN QFCCYR.

5. Патент на полезную модель № 218119 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00, G01F 13/00. Стенд для испытания высеваших аппаратов сеялок точного высева : № 2022131891 : заявл. 06.12.2022 : опубл. 11.05.2023 / Н. Ю. Пустоваров, А. В. Гаврилин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве". – EDN PPFJKC.

6. Патент на полезную модель № 218781 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/04. Стенд для испытания высеваших аппаратов пропашных сеялок : № 2022134008 : заявл. 22.12.2022 : опубл. 13.06.2023 / Н. Ю. Пустоваров, А. В. Гаврилин, А. В. Балашов, С. П. Стрыгин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве". – EDN ZIFOAP.

7. Авраменко, Ф. В. Высокоскоростной высеваший аппарат точного дозирования семян пропашных культур / Ф. В. Авраменко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – № 6. – С. 38-41. – EDN PLSUTV.

8. Патент № 2730634 С2 Российская Федерация, МПК А01С 7/04. высеваший элемент для пневматических сеялок точного высева : № 2018140991 : заявл. 21.04.2017 : опубл. 24.08.2020 / Д. Донадон, Л. Д. Бот, Б. Мьоло ; заявитель МАСКИО ГАСПАРДО С.П.А.. – EDN SXXZDG.

References

1. Optimal`ny`e parametry` pnevmaticheskogo vy`sevayushhego apparata / G. G. Maslov, V. V. Sybulevskij, B. X. Tazmееv [i dr.] // Politematicheskij setevoy e`lek-tronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 170. – S. 203-210. – DOI 10.21515/1990-4665-170-011.

2. Polue`ktov, A. A. Issledovanie funkcii raspredeleniya geometricheskix razmerov semyan ozimoy pshenicy / A. A. Polue`ktov, O. S. Vakulenko // Izvestiya Oren-burgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – № 1(99). – S. 92-98.

3. Optimal`ny`e parametry` pnevmaticheskogo vy`sevayushhego apparata / G. G. Maslov, V. V. Sybulevskij, B. X. Tazmееv [i dr.] // Politematicheskij setevoy e`lek-tronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 170. – S. 203-210. – DOI 10.21515/1990-4665-170-011.

4. Patent № 2746807 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 7/04, A01C 7/08. Seyal-ka s vy`sokoskorostny`m ustrojstvom podachi semyan : № 2020114955 : zayavl. 28.09.2018 : opubl. 21.04.2021 / M. Vil`xel`mi, D. Xan, F. Uillis [i dr.] ; zayavitel` KINZ ME`N`YuFE`KChURING, INK.. – EDN QFCCYR.

5. Patent na poleznuyu model` № 218119 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 7/00, G01F 13/00. Stend dlya ispy`taniya vy`sevayushhix apparatov seyalok tochnogo vy`seva : № 2022131891 : zayavl. 06.12.2022 : opubl. 11.05.2023 / N. Yu. Pustovarov, A. V. Gavrilin ; zayavitel` Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethnoe nauchnoe uchrezhdenie "Vse-rossijskij nauchno-issledovatel`skij institut ispol`zovaniya texniki i nefte-produktov v sel`skom xozyajstve". – EDN PPFJKC.

6. Patent na poleznuyu model` № 218781 U1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 7/04. Stend dlya ispy`taniya vy`sevayushhix apparatov propashny`x seyalok : № 2022134008 : zayavl. 22.12.2022 : opubl. 13.06.2023 / N. Yu. Pustovarov, A. V. Gavrilin, A. V. Balashov, S. P. Stry`gin ; zayavitel` Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethnoe nauchnoe uchrezhdenie "Vserossijskij nauchno-issledovatel`skij institut ispol`zova-niya texniki i nefteproduktov v sel`skom xozyajstve". – EDN ZIFOAP.

7. Avramenko, F. V. Vy`sokoskorostnoj vy`sevayushhij apparat tochnogo dozirovaniya semyan propashny`x kul`tur / F. V. Avramenko // Sel`skoxozyajstvenny`e mashiny` i texnologii. – 2012. – № 6. – S. 38-41. – EDN PLSUTV.

8. Patent № 2730634 C2 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 7/04. vy`sevayushhij e`lement dlya pnevmaticeskix seyalok tochnogo vy`seva : № 2018140991 : za-yavl. 21.04.2017 : opubl. 24.08.2020 / D. Donadon, L. D. Bot, B. M`olo ; zayavitel` MAS-KIO GASPARDO S.P.A.. – EDN SXXZDG.