



ГИБКИЕ ПОДБИВАЛЬЩИКИ СОЛОМОТРЯСА

Л.В. Дианов

к.т.н., доцент

А.С. Ключников (фото)

учебный мастер учебной мастерской инженерного факультета
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

*Соломотряс, гибкий
подбивальщик,
соломистый ворох*

*Straw rack,
flexible beater,
straw heap*

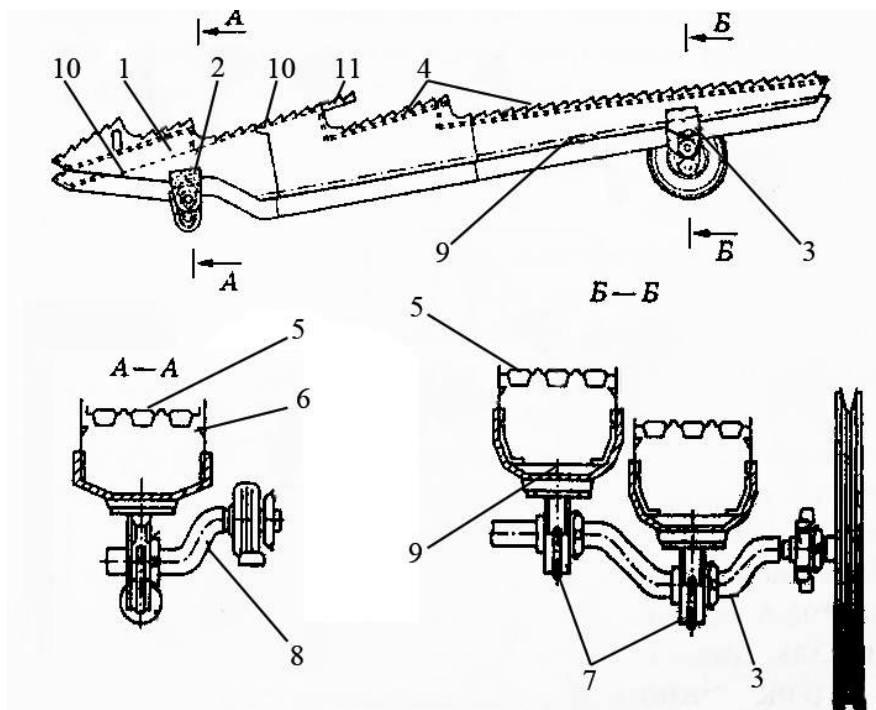
Во всех отечественных и зарубежных комбайнах, имеющих бильный молотильный аппарат, применяют клавишный соломотряс. Даже при самых оптимальных условиях работы комбайна доля потерь зерновой части урожая у соломотряса достигает 85% от общих потерь за комбайном. Оптимальные условия определяют колосовые культуры с безостым колосом влажностью до 20% и горизонтальный рельеф поля, когда общие потери не превышают 1,5%.

На остистых, более влажных и засорённых зерновых, кормовых и зернобобовых культурах жалюзийная поверхность соломотряса забивается остями или клейкой массой от сорняков и листьев культуры. В этих условиях потери зерновой части урожая при уборке комбайном превышали 30%. Для исключения указанных потерь нами разработан, исследован и внедрён подбивальщик для каждой жалюзийной поверхности клавишей соломотряса [1].

Соломистый ворох поступает из молотильного аппарата в соломотряс. Во время обмолота незасорённой хлебной массы влажностью около 20% среднее значение содержания зерна в соломистом ворохе составляло около 30%, а при неблагоприятных погодных условиях – 60%. Соломотряс из соломистого вороха выделяет зерно, полуову, часть сбины и направляет их на очистку. Солома поступает в копнитель или в валок на стерне поля.

Соломотряс составлен из клавиш 1, смонтированных на двух колленчатых валах 2 и 3 (рис. 1). Каждая клавиша 1 снабжена ступеньками или каскадами 4, закрытыми сверху жалюзийными решётами 5 с углом наклона жалюзи 45°. Короб 6 клавиши 1 посредством подшипников 7 соединён с коленами 8 валов 2 и 3 так, что пока одна клавиша 1 движется снизу вверх, подбрасывая и сжимая соломистый ворох, соседняя вспушивает ворох, опускаясь вниз. Такое расположение коллен 8 валов 2 и 3 улучшает сепарацию мелкой фракции из соломы и уравнивает валы от действия сил инерции.

На первом каскаде 10 клавиши 1 часто устанавливают более высокие две боковые и одну среднюю гребёнки 11, посредством которых снижают скорость поступающего из молотильного аппарата потока соломистого вороха и интенсифицируют процесс выделения зерна. Гребёнки 11 всех каскадов у клавиши препятствуют скольжению соломистого вороха назад, улучшают растаскивание, вспушивание и ворошение, способствуют более равномерному его перемещению к выходу.



1 – клавиша соломотряса; 2 и 3 – коленчатые валы; 4 – каскад соломотряса; 5 – жалюзийная решётка; 6 – ко-роб клавиши; 7 – подшипник; 8 – колено коленвала; 9 – жёлоб днища корпуса клавиши; 10 – первый каскад клавиши; 11 – гребёнка.

Рисунок 1 – Соломотряс зерноуборочного комбайна

Анализ показывает, что траектория движения любой точки клавиши 1 соломотряса одинаковая, в виде окружности, радиус которой описывает каждый центр шеек коленчатых валов 2 и 3 (рис. 2а). Более наглядные результаты движения частиц солоmistого вороха получены при построении графика проекции перемещений рассматриваемой частицы и самой клавиши на направление, перпендикулярное к поверхности клавиши 1. Этот график построен по углу поворота коленчатых валов 2 или 3 $\varphi = \omega t$. Для этого поместим начало координат в точке 0, где расположен центр тяжести рассматриваемой частицы. Ось X расположена параллельно направлению клавиши 1, ось Y – перпендикулярно к ней.

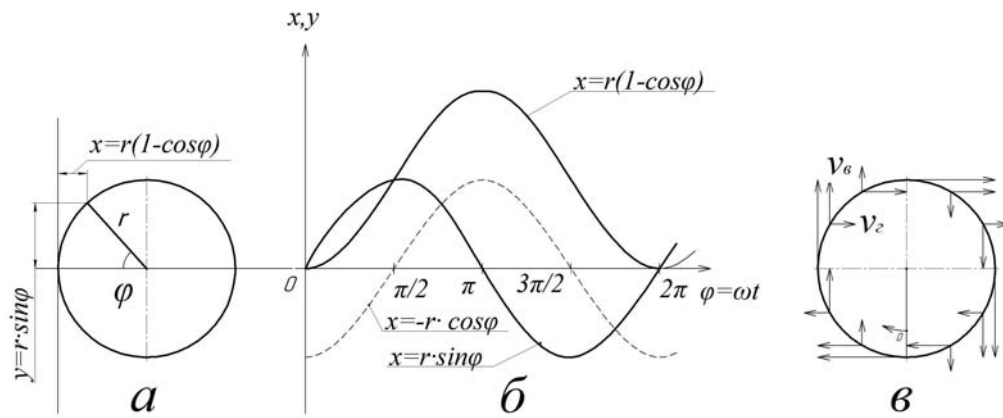
Перемещение клавиши в направлении оси Y изменяется по синусоиде $y = r \cdot \sin\varphi$, в направлении оси X – по косинусоиде $x = -r \cdot \cos\varphi$. Она начерчена пунктирной линией (рис. 2б). В период каждой четверти синхронного оборота коленчатых валов скорости движения клавиши в вертикальном и горизонтальном направлениях изменяются от максимальной величины до нулевой (рис. 2в).

Изменения величины и направления у вертикальной скорости направлено на вспушивание

или сжатие слоя солоmistого вороха, а изменение направления у горизонтальной скорости обеспечивает растаскивание солоmistого вороха. Движение одной клавиши относительно соседней обеспечивает ворошение солоmistого вороха.

Для лабораторного исследования были вырезаны боковины клавиш (рис. 3). Ускоренная киносъёмка показала, что свойства слоя солоmistого вороха – плотность, насыщенность зерном, половой, сбиной, распределение зёрен по высоте слоя – имеют меняющиеся значения по длине клавиши. В начале клавиши солоmistый ворох вспушен, и достаточно незначительных воздействий на ворох с ускорением, не превышающим ускорения g свободного падения, чтобы получить самопросывание большей части зерна из верхних слоёв солоmistого вороха в нижние. Отмечено, что на пути перемещения по клавише происходило плавное уменьшение размеров ячеек солоmistого вороха.

Поэтому определено, что режим работы клавиши в начале сепарации должен быть мягким, с преобладанием горизонтальных воздействий на солоmistый ворох, а в конце клавиш – жёстким,



а – перемещения клавиши при повороте коленчатого вала на угол φ ;
 б – графики изменения перемещений точки клавиши;
 в – изменения вертикальной v_y и горизонтальной v_x скоростей.

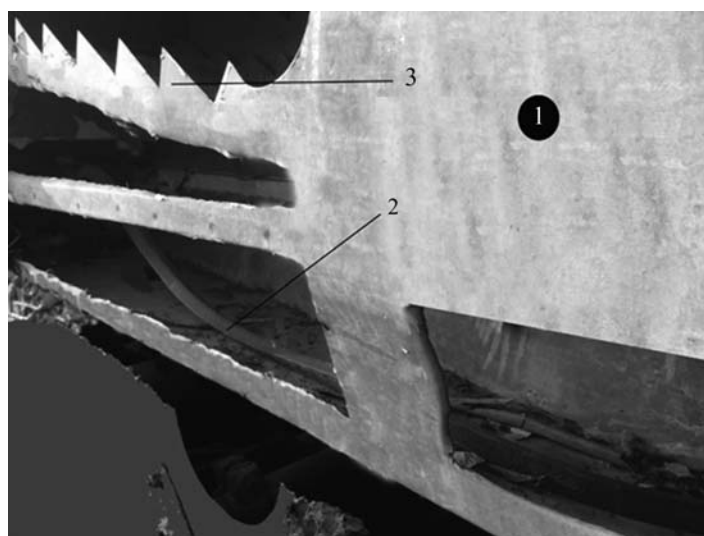
Рисунок 2 – Перемещения точки клавиши в зависимости от угла поворота коленчатого вала соломотряса

с усилением вертикальных воздействий. Эти воздействия должны в два раза превышать начальные, в передней части клавиши, и с ускорениями, превышающими g – ускорение свободного падения.

Такую работу успешно выполняет гибкий подбивальщик 2, который установлен внутри задней части клавиши 1 на наклонном дне и закреплён посредством резьбового соединения к кронштейну (рис. 3). При колебательных движениях клавиш соломотряса гибкие подбивальщики ударяют по нижней стороне жалюзийных

решёт, сообщая кинетическую энергию решёткам и движущемуся слою соломистого вороха, вследствие чего соломистый ворох дополнительно подбрасывается, вспушивается и ворошится. При этом более эффективно работают дополнительные воздействия соседних клавиш на слой соломистого вороха.

После удара подбивальщика по жалюзийной решётке компоненты соломистого вороха движутся как тела, брошенные под углом к горизонту, то есть совершают движение по параболе, поднимаясь на определённую высоту, после чего они



1 – клавиша соломотряса; 2 – подбивальщик; 3 – гребёнка.

Рисунок 3 – Лабораторная установка



1 – клавиша соломотряса; 2 – подбивальщик; 3 – коленчатый вал; 4 – люк.

Рисунок 4 – Подбивальщики, установленные в клавишах соломотряса комбайна ДОН-1500Б

падают вниз, пока снова не встретятся с клавишей. Но встреча компонентов соломистого вороха с клавишей соломотряса будет на новом месте, так как слой вороха непрерывно перемещается в сторону копнителя. На соломотрясе с подбивальщиками зерно, солома и мелкие примеси, находящиеся в ворохе и имеющие разные траектории движения после бросков, лучше, быстрее и полнее просеивались через решётки соломы и жалюзийной поверхности решёт. Исследования показали, что на первом метре длины соломотряса происходит выделение около 50% зерна.

Гибкие подбивальщики эффективны в оптимальных и сложных условиях уборки, когда они исключают забивание остями и клейкой массой жалюзийных решёт у каскадов клавиш.

Наиболее трудным моментом в отделении зерна нами отмечен проход его через решётку соломы до жалюзийной поверхности решёт. Размеры отверстий жалюзи значительно превосходят размеры зёрен. Поэтому жалюзийная решётка 5 обеспечила условия для просеивания зерна в жёлоб 9 днища корпуса клавиши 1 (рис. 1). Жёлоб направляет зерновой ворох вниз на очистку.

На лабораторной установке было проведено исследование для выбора материала подбивальщика, его размеров и определения оптимального значения силы ударов. Единый подбивальщик для всей длины днища клавиши соломотряса работал эффективно, но были случаи забивания короба у клавиши соломотряса 6 отсепарированной влажной мелкой массой (рис. 1). Исследовали

подбивальщики меньшей длины из прорезиненного ремня различного профиля его поперечного сечения.

По результатам лабораторного исследования соломотряса рекомендуем устанавливать подбивальщик в задней части клавиши длиной 700 мм из прорезиненного клинового ремня шириной по средней части поперечного сечения 25 мм. В особо сложных условиях уборки длина клинового ремня подбивальщика должна быть 1200 мм.

С нашим участием гибкими подбивальщиками были оборудованы все комбайны в семеноводческом хозяйстве ООО «Кондак» и в ООО «Сельскохозяйственная производственная компания «Революция» Ярославского муниципального района Ярославской области. Заводские люки 4 позволили установить подбивальщики 2 на клавишах 1 за два часа (рис. 4).

Суммарные денежные затраты на изготовление и установку гибких подбивальщиков на соломотряс одного комбайна составили 1200 руб. Сокращение потерь зерна за соломотрясом позволило на уборке зерновых дополнительно получить от 2 до 5 центнеров с каждого гектара. Эффективность работы гибких подбивальщиков, установленных в клавишах соломотряса, подтверждена во время работы комбайнов различных марок, в том числе и импортных, а также на полях, расположенных на склонах.

В существующих двухвальных клавишных соломотрясах при радиусе колена 50...60 мм оптимальная частота вращения вала 195...215 мин⁻¹.

В этих условиях среднее значение силы удара подбивальщика по жалюзийной поверхности решета равно половине его массы. Снижение частот вращения валов соломотряса и коленвала двигателя на 10% увеличило потери зерна за соломотрясом примерно в 5 раз. Поэтому уборку урожая проводили только при номинальных оборотах коленвала двигателя, регулируя скорость движения комбайна или вариатором, или гидростатической трансмиссией. Средняя скорость перемещения соломистого вороха по соломотрясу составила 0,3...0,4 м/с. При частоте вращения вала соломотряса большей, чем её оптимальное значение, из-за возникновения скольжения назад, снижалась скорость движения соломистого вороха.

У комбайнов, которые были оборудованы гибкими подбивальщиками, по нашей рекомендации была снижена частота вращения молотильного барабана до минимально возможной. В результате микроповреждения яровых зерновых культур были снижены с 50...60% до 30%, или в два раза. Потери от недомолота при этом не превышали одного процента. Полевая всхожесть и сила роста менее травмированных семян повы-

силась на 9...11%. Поэтому посев более здоровыми семенами интенсивных сортов обеспечил повышение урожайности сельскохозяйственных культур [2, 3, 4].

Выводы

Результаты исследования показали обоснованность установки гибких подбивальщиков на соломотряс. Они позволили сократить потери при уборке урожая и дополнительно получить от 2 до 5 центнеров зерна с каждого гектара. Гибкие подбивальщики, равномерная подача хлебной массы от жатки в молотильный аппарат позволили проводить обмолот на минимально возможных оборотах бильного барабана, что способствовало снижению травмирования семян в два раза. В неблагоприятных погодных условиях работы поверхность жалюзийных решёт соломотряса остаётся чистой. Свою эффективность работы подбивальщик показал на уборке различных сельскохозяйственных культур, а также на уборочной площади, имеющей уклон. Величина затрат на изготовление и установку гибких подбивальщиков на соломотряс в среднем составляет 1200 руб.

Литература

1. Патент РФ № 2183055. Соломотряс зерноуборочного комбайна [Текст] / Дианов Л.В., Смелик В.А., Адакин Р.Д. – Заявка № 2000124805; заявл. 29.09.2000; опуб. 10.06.2002, Бюл. № 16.
2. Кутырёв, А.И. Магнитно-импульсная обработка семян земляники садовой [Текст] / А.И. Кутырёв, Д.О. Хорт, Р.А. Филиппов, Ю.С. Ценч // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 5. – С. 9–15. – DOI 10.22314.2073-7599-2017.5.9-15.
3. Тарасенко, А.П. Совершенствование технологии получения качественных семян и продовольственного зерна [Текст] / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, М.Э. Мерчалова, Н.Н. Сорокин // Лесотехнический журнал. – 2014. – № 1. – С. 36–39. – DOI: 10.12737/3343.
4. Дианов, Л.В. Новшество на зерноуборочном комбайне для снижения потерь [Текст] / Л.В. Дианов, А.С. Ключников // Ярославский агровестник. – 2017. – № 11. – С. 31–33.

References

1. Patent RF № 2183055. Solomotrjas zernouborochnogo kombajna [Tekst] / Dianov L.V., Smelik V.A., Adakin R.D. – Zajavka № 2000124805; zjavl. 29.09.2000; opub. 10.06.2002, Bjul. № 16.
2. Kutyrev, A.I. Magnitno-impul'snaja obrabotka semjan zemljaniki sadovoj [Tekst] / A.I. Kutyrev, D.O. Khort, R.A. Filippov, Yu.S. Tsench // Sel'skohozjajstvennyye mashiny i tehnologii. – 2017. – № 5. – S. 9–15. – DOI 10.22314.2073-7599-2017.5.9-15.
3. Tarasenko, A.P. Sovershenstvovanie tehnologii poluchenija kachestvennyh semjan i prodovol'stvennogo zerna [Tekst] / A.P. Tarasenko, V.I. Orobinskij, M.Eh. Merchalova, N.N. Sorokin // Lesotehnicheskij zhurnal. – 2014. – № 1. – S. 36–39. – DOI: 10.12737/3343.
4. Dianov, L.V. Novshestvo na zernouborochnom kombajne dlja snizhenija poter' [Tekst] / L.V. Dianov, A.S. Klyuchnikov // Jaroslavskij agrovestnik. – 2017. – № 11. – S. 31–33.