

## Проблемы совершенствования технологии уборки зерновых

Кушнарєв А., д-р техн. наук, Кравчук В., д-р техн. наук (УкрНИИПИТ им. Л. Погорєлого),  
Леженкин А., д-р техн. наук (ТГАТУ, г. Мелитополь)

В статье приведен анализ состояния и прогноз развития комбайновой и бескомбайновой (очесывающей) технологий уборки зерновых культур.

В XX веке сделано многое для развития и совершенствования зерноуборочных комбайнов. Новые технологии были использованы для улучшения технологических, качественных и энергетических показателей их работы. Однако сама идея комбайновой уборки зерновых оставалась неизменной. На наш взгляд, сегодня она должна быть переосмыслена. По сути, комбайн – это почти единственный действующий завод, который движется в поисках «сырья». С увеличением массы комбайна серьезно возрастают затраты на самопередвижение, практически сводя на нет использование новых идей по энергосбережению, направленным на совершенствование технологических процессов. Другими противоречиями, которые вызваны особенностями конструкций молотильного аппарата и сепараторов обмолоченного вороха, являются ограничение производительности обмолота и невозможность уборки влажных зерновых.

Кроме того, требует пересмотра идеология уборки и отчуждения незерновой части урожая. То, что почва нуждается в возврате части урожая и заделывании соломы в почву – приветствуется учеными-аграрниками, так как бездумное отчуждение соломы является одной из причин катастрофической потери гумуса в украинских черноземах.

После распада СССР во многих странах постсоветского пространства ситуация с парком комбайнов стала критической: он сократился на 30-50%, к тому же до 80% комбайнов физически изношены (использовали свой ресурс). Импортирование зарубежных комбайнов не по карману реальному аграрному сектору большинства (если не всех) стран СНГ.

Развитие комбайновой промышленности требует колоссальных финансовых и ресурсных вливаний. Здесь, как нигде, нужна интеграция экономического, ресурсного, интеллектуального потенциалов, в частности стран СНГ, и это является сегодня важной экономической задачей АПК наших стран в решении вопросов обеспечения зерноуборочной техникой.

Перед АПК Украины как никогда остро встает вопрос – куда направить свои скудные ресурсы:

- на закупку зарубежных комбайнов?
- на создание собственного комбайностроения?
- на создание межгосударственного комбайностроения?
- на создание альтернативной технологии уборки зерновых?

Профессор Сысолин П.В. отмечает [1]: «На наш взгляд, путь Украины по комбайностроению не должен быть чистой копией других стран, которые достигли уже значительных успехов в современном комбайностроении. В основу разработки зерноуборочной техники в Украине необходимо положить не только современную технику для однофазной и двухфазной

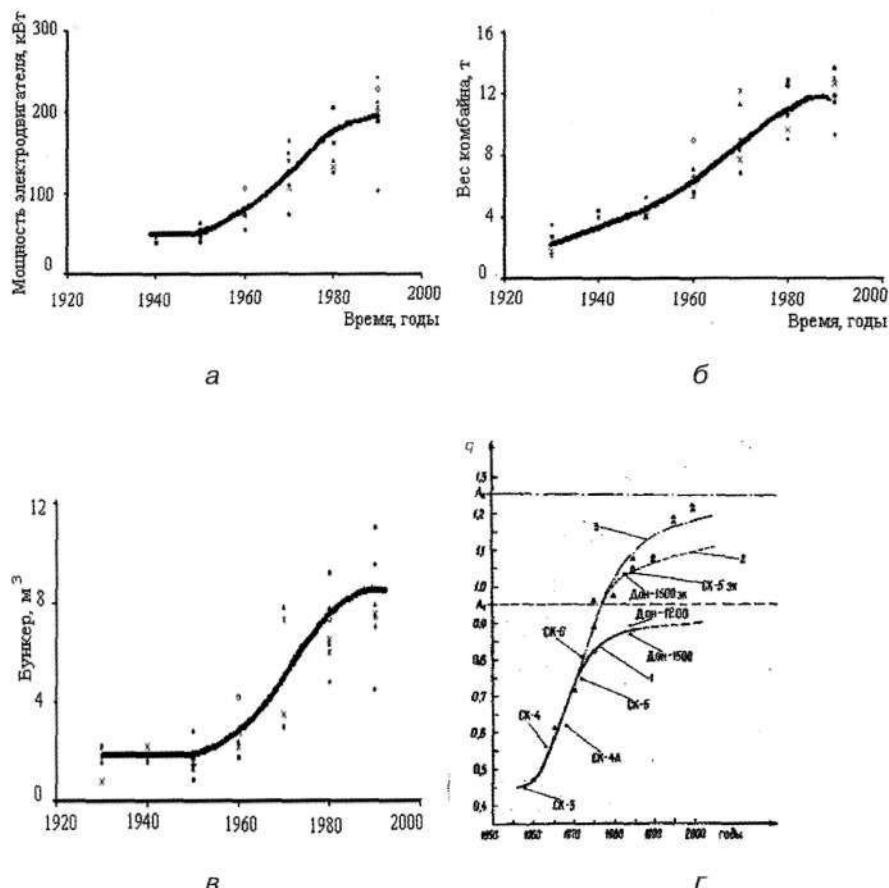


Рис. 1. Развитие основных подсистем комбайна во времени: а – мощность двигателя [2]; б – вес комбайна [2]; в – объем бункера [2]; г – пропускная способность клавишных соломотрясов [3]

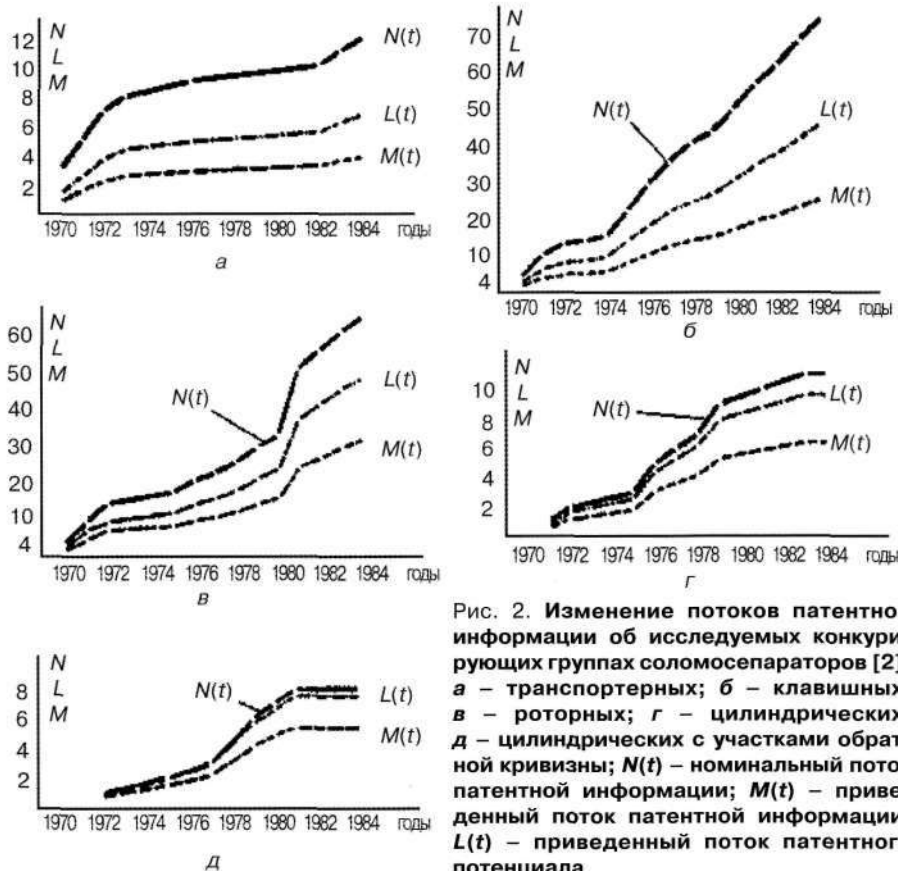


Рис. 2. Изменение потоков патентной информации об исследуемых конкурирующих группах соломосепараторов [2]: а – транспортных; б – клавишных; в – роторных; г – цилиндрических; д – цилиндрических с участками обратной кривизны;  $N(t)$  – номинальный поток патентной информации;  $M(t)$  – приведенный поток патентной информации;  $L(t)$  – приведенный поток патентного потенциала

уборки зерновых культур, но и технологию уборки для обмолота только колосовой части урожая».

Комбайн как основная машина для уборки зерновых исчерпывает свои потенциальные возможности. Если пользоваться S-образными кривыми оценки характера развития любого объекта (машины, орудия), то сегодня мы видим, что по ключевым подсистемам (мощность двигателя, вес, объем бункера [2], пропускная способность соломотряса [3]) зерноуборочный комбайн находится на стадии «старости» (рис. 1). На этой же стадии (рис. 2) [3] находится и его интеллектуальное развитие. Одним из факторов неперспективного совершенствования зерноуборочных комбайнов является растущее противоречие между усложнением конструкции, надёжностью и механизмами поддержки устойчивости технологического процесса.

Оценка любой машины (орудия) с использованием методов функционально-структурного анализа (ФСА) показывает, что чем больше количество структурных составляющих машины, тем больше прямых и смешанных функциональных связей между структурными элементами. Число функциональных связей  $n$  при этом вычисляется следующим методом:

$$n = \sum_{i=2}^{i=k-1} C_k^i,$$

где  $C$  – символ сочетания;  $k$  – количество структурных единиц.

По сути, при таком анализе мы убеждаемся, что у нас имеется широкая возможность «онаучивания» проблемы, однако при проведении многофакторных экспериментов эффект таких исследований очень низок и малоперспективен.

Каждая структурная единица машины требует управления и, при необходимости, коррекции путем

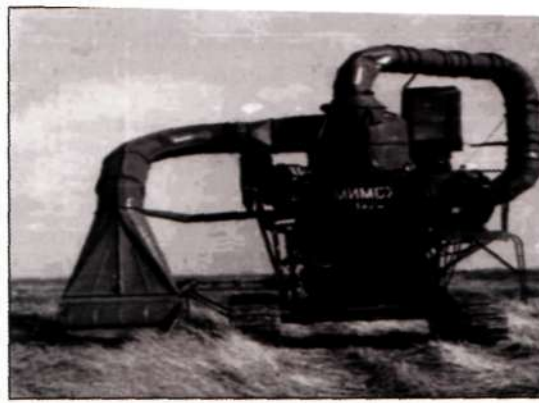
ремонта и регулировок. Отметим, что ремонтпригодность, которая у всех машин закладывается ещё на стадии проектирования, находится у комбайнов на низком уровне. Прежде всего, это связано с неудовлетворительной расчленяемостью комбайна. Чтобы добраться до отдельных его узлов, приходится разбирать большую часть комбайна. Он спроектирован так, что при его ремонте сложно, а порой и невозможно применить механизированный инструмент, грузоподъёмные устройства. Число недоступных для контроля мест комбайна Дон-1500Б достигает 46. В результате коэффициент технологичности его конструкции составляет всего 0,16 (т.е. 84% затрат труда при проверке технического состояния приходится на вспомогательные работы) [4, 5].

Экспертная система для технической регулировки комбайна (В.П. Дмитриев [4, 5]) приводит к следующим результатам. При управлении комбайном в полевых условиях актуальной является задача корректировки технологических регулировок. Она заключается в выявлении причин, вызвавших нарушения тех-

нологического процесса по результатам отклонения значений показателей качества от допустимых. В результате исследований В.П. Дмитриев [4, 5] идентифицировал взаимосвязи между внешними признаками нарушения технологического процесса уборки урожая и возможными причинами, вызвавшими эти нарушения. Выявлено 40 внешних признаков нарушения технологического процесса комбайновой уборки зерновых культур, установлены взаимосвязи между внешними признаками и возможными причинами появления нарушений. Дальнейшему усложнению конструкции комбайна сопутствует появление новых функциональных связей, ведущих к еще большему усложнению управления технологическим процессом.

Остановимся на варианте создания альтернативной технологии уборки зерновых методом очёса на корню. История изобретения, создания, успешного освоения и забвения первой в мире очёсывающей машины (галльской очёсывающей жатки) относится к I-IV вв. Эта идея была возрождена в XIX веке в Австралии и была снова забыта. С историей очёса можно познакомиться в трудах Л. Погорелого и П. Чуксина [6, 7].

Идея очёса в третий раз возродилась на Украине в 1970-х годах в Мелитопольском институте механизации сельского хозяйства (МИМСХ) и в дальнейшем была развита до создания первых в СССР промышленных образцов очёсывающих жаток (в Украинском центре испытаний техники, ныне – УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого). В 1973 году в МИМСХе группа молодых ученых, сотрудников кафедры теоретической механики и ТММ (зав. кафедрой проф. А.С. Кушнарёв), возглавляемая доцентом Шабановым Петром Антоновичем, выдвинула идею уборки зерна методом очёса. При этой же кафедре в том же году была создана отраслевая научно-исследовательская лаборатория



Первое техническое решение уборки зерновых методом очеса в СССР

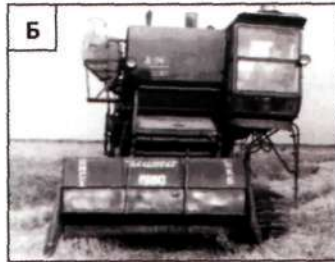
1974 год



Адаптация технологии очеса к комбайнам в виде очесывающих жаток

А

Альтернативная (безкомбайновая) технология с доработкой вороха на стационаре



1980



1988



1983



1988



1985

Разработано в МИМСХе

1998



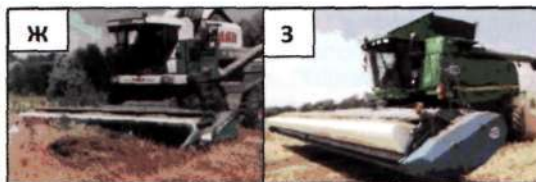
Разработано в УкрЦИТ



1990



2002



1998

2003



Рис. 3. Схема развития уборки зерновых методом очёса на корню

рия по разработке и внедрению методов снижения потерь зерна при уборке риса на юге Украины.

В освоении производства риса в Херсонской и Крымской областях в то время возникли серьезные противоречия. В первые годы освоения производства риса его урожаи составляли 60-100 ц/га, но комбайны были не в состоянии убирать такие урожаи с нормативными потерями. Потери риса при его уборке достигали 20 ц/га.

В дальнейшем четко прослеживаются два пути решения задачи уборки зерновых методом очёса на корню (см. схему): первый путь – адаптация очёсывающей жатки к комбайну, второй путь (альтернативный) – переход к бескомбайновой уборке.

Группа энтузиастов, возглавляемых доц. Шабановым П.А., продолжала работать над новой бескомбайновой технологией уборки, а от комбайна предполагалось использовать только ходовую систему (рис. 3, позиция А). У молодых исследователей была надежда, что комбайн Дон-1500 – это последний вариант из семейства «Динозавров», а в дальнейшем мир должен перейти на бескомбайновую уборку. Экспериментальные варианты очёсывающих жаток, создаваемых в МИМСХе, проходили широкоформатные испытания (схема, позиции Б, В, Г).

Начиная с 1998 года, УкрЦИТ под руководством акад. Погорелого Л.В. в сотрудничестве с заводом «Фрегат», концерном «Лан» и КБ «Бердянсксельмаш» разработали конструкцию очёсывающей жатки ЖОН-6 к комбайнам «Дон-1500» и «Лан 001», 4- и 6-метровые жатки для комбайнов СК-5 «Нива», «Славутич», «Лан», «Джон Дир», «Кейс», «Клаас» и др. (рис. 3, позиции Д, Е). В то же время на полях УкрЦИТ проходили испытания мелитопольской жатки «Мон-4» (модуль очёсывающий навесной).

Вот как описывал работу комбайна, оборудованного очёсывающей жаткой, Николай Шеблаков в газете «Северный Кавказ»:

«Одну из таких машин Александр Черногоров (губернатор Ставропольского края) лично опробовал на полях одного из хозяйств Ипатовского района. Целый час «гонял» он по пшеничному полю на импортном комбайне с так называемой очёсывающей жаткой. Посмотреть на новинку приехали многие руководители сельскохозяйственных предприятий края. Особенность чудо-жатки заключается в том, что ей всеравно, какую пшеницу убирать – лежащую или стоящую. И ту и другую она «расчёсывает» и подставляет под режущий аппарат, который срезает только колоски, солома же остается стоять в поле. Запахивать ее не будут, по этой стерне осенью снова что-то посеют. Она послужит для новых всходов защитой, укроет их от выдувания ветром, задержит влагу, удобрит собой поле. Пока редактор русской Книги рекордов Гиннеса Алексей Свистунов со своими экспертами занимались взвешиванием намолоченного губернатором зерна, «виновник» этого дня сошел с комбайна и сообщил журналистам о том, что совсем скоро в крае будет отмечаться 30-летие ипатовского комплексного метода уборки урожая. Между тем, Алексей Свистунов готов сообщить об итогах часовой гонки на хлебном поле. Они таковы: Александр Черногоров намолотил 49 тонн 480 килограммов пшеницы. Это рекорд, в России пока никто не намолачивал столько зерна за час работы».

Высокую эффективность уборки комбайнами «Джон Дир-9500», оборудованными очёсывающими жатками, установили на Южно-Украинской МИС.

Достигнута в 2,2 раза большая производительность на уборке озимой пшеницы и в 1,9 раза – на уборке ячменя по сравнению с комбайном, оборудованным обычной жаткой. Это достигнуто преимущественно за счет возможности работы комбайна с допустимыми потерями на большей рабочей скорости с очёсывающей жаткой. С повышением производительности потери зерна за комбайном с очёсывающей жаткой возрастают линейно, не выходя за пределы 1,0%. Дробление зерна в опытах получено меньшим по сравнению с комбайнами с обычной жаткой (0,4-0,6 против 0,6-1,6 на озимой пшенице).

Улучшилось также качество очистки зерна (основное зерно у комбайна с очёсывающей жаткой составляет 98% против 95-96% – у обычной).

Потери зерна за очёсывающей жаткой на уборке озимой пшеницы (при условии благоприятного агрофона) при увеличении рабочей скорости от 4,5 до 9,0 км/ч возрастают незначительно (с 0,23 до 0,24 %). Основную массу потерь составляет свободное зерно, которое теряется от воздействия на колосок очёсывающего барабана. В традиционных жатках потери при таких же условиях несколько выше, основную массу составляют потери зерна в колосках.

Результаты исследований свидетельствуют, что очёсывающие жатки удовлетворительно работают на уборке полеглых хлебов и при увеличении полеглости свыше 30% имеют преимущества перед обычными жатками.

Полученные результаты хозяйственной проверки очёса засвидетельствовали, что сезонный намолот комбайнов увеличился в два раза. За счет этого не только сохраняется урожай, а и существенно снижаются прямые затраты на уборку зерна. При оборудовании комбайна Джон Дир-9500 очёсывающей жаткой прямые затраты на уборку зерновых уменьшаются на 20%, а сезонная наработка только на зерновых возрастает на 47% и составляет 1255 га.

Таким образом, оборудование зерноуборочных комбайнов очёсывающими жатками позволило существенно (в 1,9-2,2 раза) повысить производительность комбайнов, сэкономить топливо и собрать основную часть зерновых культур в агротехнические сроки с минимальными потерями зерна. Адаптация очёсывающих жаток к комбайнам обеспечила повышение технико-экономических показателей работы на уборке зерновых.

Прошло уже почти 35 лет с момента третьего возрождения замысла создания очёсывающих жаток в Мелитопольском институте механизации сельского хозяйства. За это время идея воплотилась в реальность. Сегодня во многих странах мира производятся и используются очёсывающие жатки.

В Украине машиностроители производят двухбарабанные очёсывающие жатки «Славянка» (УАС-5 и УАС-7), предназначенные для уборки зерновых культур (пшеницы, ячменя, ржи, овса), семенников кормовых трав (эспарцета, донника, клевера и др.) и лекарственных растений (рис. 4).



Рис. 4. Очёсывающая жатка «Славянка»

Жатка «Славянка» УАС-5 агрегируется с комбайнами СК-5-М «Нива», «Енисей 1200», ведутся работы по ее агрегатированию с комбайном «Аrcos».

Жатка «Славянка» УАС-7 агрегируется с комбайнами Дон-1500, Дон-1500Б «Славутич». По индивидуальному заказу производятся жатки УАС-7, агрегируемые с комбайнами «Class lexion», «John Deere», «Massey Ferguson».

Первой компанией, освоившей и поставившей на мировой рынок очёсывающие жатки, является Shelbourne Engineering Ltd – ведущая британская компания в области производства сельскохозяйственной техники. Модели очёсывающей жатки Shelbourne были поставлены на рынок Великобритании в 1989 г., а постоянное усовершенствование дизайна привело к устойчивому росту продаж таких жаток.

В 2006 г. Виктор Батулин, владелец российской компании «Интеко-агро», приобрёл завод Shelbourne Engineering Ltd. Основным рынком сбыта очёсывающих жаток является США. Модельный ряд очёсывающих жаток представлен жатками шириной захвата 5,4 м; 6,0 м; 6,6 м; 7,2 м; 8,4 м и 9,3 м (рис. 5, 6). Продукция компании Shelbourne Engineering Ltd представлена в России под маркой «Русский Шелбурн» не только очёсывающими жатками, но и включает технику для животноводства, растениеводства и обработки почвы.

Фирма выпускает два варианта модификаций очёсывающих жаток: CVS – для уборки зерновых культур, семенников трав (рис. 6) и CVR – для уборки риса.



Рис. 5. Общий вид очёсывающей жатки Shelbourne



Рис. 6. Очёсывающие жатки Shelbourne CVS в поле



Рис. 7. Жатки «Спринтер-6», навешенные на различные комбайны

В настоящее время в России корпорация Агродизайн производит очёсывающие жатки «Спринтер» (рис. 7), обеспечивающие уборку зерновых и семян трав (бобовых, риса, рапса, нута, рыжика и т.п.).

Жатки марки «Спринтер» адаптированы ко всем типам комбайнов – как с классической, так и с аксиально-роторной молотилкой.

Жатки «Спринтер» представлены модельным рядом 5 м, 6 м, 7 м и 9 м. Базовой является ширина захвата 6 м.

Очёсывающие жатки производит в России и завод «Пензмаш». В 2005 г. успешно прошли испытания очёсывающие жатки марки «Озон» (рис. 8), агрегируемые со всеми моделями комбайнов отечественного и зарубежного производства, а в 2009 году завод освоил производство очёсывающих жаток ЖОНК-6.

Анализ работ по испытанию и исследованию очёсывающих жаток даёт нам основание сделать следующие умозаключения.

Производимые в Украине, в России и Англии очёсывающие жатки обеспечивают повышение производительности зерноуборочных комбайнов в два и более раз за счет снижения нагрузки молотильных барабанов зерно-соломистой массой. Этот факт открывает реальную возможность уменьшения необходимого парка комбайнов в хозяйствах Украины почти в два раза, что при создавшемся состоянии обеспечения зерновой отрасли уборочной техникой является реальным, экономически выгодным решением.

Как отмечал академик Погорелый Л.В. [8], производство в Украине 1,0 тыс. очёсывающих жаток в год могло бы восполнить парк комбайнов на 2,0-2,5 тыс. единиц и обеспечить экономию более 1 млрд грн капиталовложений в год, продлевая одновременно на 2-3 года ресурс старых, уже изношенных машин. По погодно-климатическим условиям очёсывающая технология уже сейчас может претендовать на уборку 1/3-1/2 посевных площадей зерновых культур в южных регионах страны. Но это только малая толика потенциала уборки зерновых методом очёса.

Однако, на наш взгляд, второй путь – создание технологии бескомбайновой уборки зерновых и использование идеи очёса на корню – более перспективен, поскольку несет в себе следующие преимущества:

- кардинальное упрощение конструкции и снижение массы машины для уборки зерна;



Рис. 8. Очёсывающая жатка «Озон-6»

некоторых технологических операций (очистки, сортировки) с жидкого топлива на электроэнергию;

- высокая производительность, не ограничиваемая пропускной способностью обмолачивающего устройства;

- возможность уборки влажных хлебов;

- сбор ценной кормовой части урожая – половы (кормовая ценность соломы – 0,2 к.е./кг, половы – 0,35 к.е./кг), которая при комбайновой уборке в основном рассеивается по полю.

Хотя второе направление медленно развивается, некоторый опыт работы имеется: это разработка полевой машины на базе шасси комбайна «Нива» (рис. 3), а также серии очёсывающих установок МПУ-5,0 на базе энергосредства КПС-5Г (рис. 3, поз. Н и О). Позднее в УкрЦИТ разрабатывались уборочные очёсывающие модули, представляющие собой единый независимый блок, совмещающий однороторное очёсывающее устройство и тангенциально-роторный молотильно-сепарирующий аппарат. Машины изготавливались в двух вариантах: навесной АРЗ-10 «Колосок» шириной захвата 4 м для фронтальной навески на трактор ХТЗ-16131 и прицепной комбайн «Росич» шириной захвата 3 м к трактору класса 1,4-2,0. В «Колоске» очёсанный и обмолаченный ворох поступает в бункер, который тянет за собой трактор, а в «Росиче» зерно перегружается в тракторный прицеп.

Леженкин А.Н. в 2002 году разработал фермерскую прицепную очёсывающую машину (рис. 3, поз. П). В 2003 г. Алтайсельмашем разработан и производится уборочный агрегат ЭРА-У (рис. 3, поз. Р). В открытой печати появился ряд предложений по производству прицепных очёсывающих устройств. Однако вопросы послеуборочной обработки очёсанного вороха зерна остаются практически нерешенными.

ООО «Агронов» (Алтайский край) выпускает очёсывающий агрегат ЭРА-У (рис. 9). Это полунавесная сельскохозяйственная машина, выполняющая в агрегате с колесным трактором (типа МТЗ-1221) весь комплекс осенних уборочных работ по энерго-ресурсосберегающей технологии [9].

ЭРА-У проводит: очес колосьев, их обмолот (шелушение) и погрузку образовавшегося вороха в транспортное средство;

измельчение (при необходимости) и равномерное распределение по убранной площади стерни и других пожнивных остатков; мульчирование (при необходимости) поверх-



Рис. 9. Прицепное очёсывающее устройство ЭРА-У

- снижение энергозатрат на 30-35%;

- снижение микроповреждения зерна обмолачивающим устройством;

- возможность перевода

ности поля с заделкой в верхнем слое почвы осыпавшихся семян сорняков в целях стимулирования их осеннего прорастания и последующей гибели от морозов; формирование кулис из высокой стерни.

В зависимости от зоны использования агрегат может комплектоваться игольчатыми или дисковыми почвообрабатывающими орудиями. Совмещение технологических операций уборки и обработки почвы позволяет выполнить полевые работы в оптимальные сроки, снизить потери урожая [9].

На наш взгляд, было бы разумным сосредоточить имеющиеся в Украине ресурсы на разработку и освоение технологии и технических средств бескомбайновой уборки зерновых.

Мы твердо убеждены, что новая бескомбайновая технология уборки зерновых культур может и должна уже в ближайшее время оказать революционизирующее влияние на создание и развитие новых технологий уборки зерновых. Особенно остро сегодня проявляется процесс деградации украинских черноземов, связанный с потерей гумуса, а одним из источников его воспроизводства является солома, оставленная на поле и заделанная в поверхностный слой почвы.

Основными сдерживающими факторами на пути широкого распространения бескомбайновой технологии уборки зерновых, основанной на принципе очёса, в настоящее время является консерватизм потребителей, несостоятельный по своей сути вопрос сбора соломы и, конечно же, более высокая, чем у классических жаток, чувствительность к агрофизическим характеристикам состояния хлебостоя. При этом не учитываются бесспорные преимущества заделки соломы в почву (по меньшей мере на 40-60 % площадей), своевременного проведения послеуборочных работ по сохранению и накоплению влаги и борьбе с сорняками, оставления соломенных кулис для снегозадержания и борьбы с ветровой эрозией.

Перевод АПК на альтернативную уборку зерновых требует серьезных организационных, финансовых и интеллектуальных затрат. И тут мы должны помнить, что мощная, финансово обеспеченная комбайновая промышленность передовых стран мира не может отказаться от своих монопольных позиций, а возможности их антирекламы альтернативной технологии весьма высоки. Первоочередными задачами отработки и внедрения новой технологии уборки зерновых являются:

- глубокий технологический и энергетический аудит технологий уборки зерновых;

- объединение усилий ученых, конструкторов и промышленников для формулирования основных этапов развития альтернативной технологии уборки зерновых;

- кропотливая работа с политическими и финансовыми лидерами с целью убеждения их в необходимости разработок национальных и международных программ развития и освоения альтернативных технологий уборки зерновых.

Необходимо общими усилиями придать государственную значимость проблеме бескомбайновой уборки зерновых, вести активный маркетинг, пропаганду и вовлекать промышленные предприятия в организацию производства и внедрения орудий для бескомбайновой уборки зерновых, основанной на принципе очёса. Тем более, что в Украине проведены широко-масштабные поисково-конструкторские проработки учеными и специалистами УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого, Таврического государственного агротехнологического университета и других учебных заведе-

ний, научных и производственных организаций. Нужно только понимание и восприятие этой проблемы «архитекторами» аграрного и промышленного секторов Украины.

### Список литературы

1. Сисолін П.В. Нові комплекси машин для вирощування та збирання зернових культур в Україні // З бажаням зберегти родючість української землі та допомогти селянину: Збірка статей, виступів та коментарів. – Кіровоград, 2009. – С. 81-92.
2. Чуксин П. Функциональная модель комбайна. Режим доступа: <http://www.triz-summit.ru/file.php/id/f3776/manu/D-chuk=2.doc>
3. Смирнов Ю.Г. Прогнозирование развития соломосепараторов зерноуборочных комбайнов: дис... канд. техн. наук. - Балашиха, 1988. – 139 с.
4. Тугенгольд А.К. К вопросу построения нечеткой экспертной системы продукционного типа для технологических регулировок машин // Вестник ДГТУ. – Ростов-на-Дону: – Т. 8. – 2008 г. – №3 (38). – С. 278-286.

5. Дмитриев В.П. Теоретические и прикладные аспекты разработки экспертных оценок для технического обслуживания / Ростов-на-Дону: Изд. центр ДГТУ, 2007. – 202 с.

6. Погорелый Л.В., Коваль С.Н. Колосоуборки – «стрипперы-очёсыватели»: фата-моргана или новая эра в зерноуборке? // Перспективные технологии уборки зерновых культур, риса, и семян трав. Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конфер. – Мелитополь, 2003. – С. 31-58.

7. Чуксин П. Возрождение галльской жатки (ТРИЗ, обучение, проблемы, творчество). Режим доступа: <http://www.trizland.ru/trizba.php%Fid%3D362-63K>.

8. Погорелый Л.В., Коваль С.Н. Прогноз развития технологий и техники для уборки зерновых культур на первую четверть XXI ст. // Перспективные технологии уборки зерновых культур, риса и семян трав: Сб. докл. Междунар. науч.-технич. конф. – Мелитополь, 2003. – С. 17-21.

9. Хоменко А.И., Якутин Н.В. О бескомбайновой уборке зерновых культур / Режим доступа: <http://totem.edu.ru/index.php%Foption%Dcom-content%26tasc%3Dview%26id%D414%261temid%D28-18K>.

УДК 631.243.3:621.798.004.4

## Ефективність застосування зернопакувальних машин в технологічних процесах зберігання зерна

Харитонов О., директор, Сороковий С., інженер (Миргородська філія УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого)

*Наведено результати досліджень ефективності роботи і технічні характеристики зернопакувальних машин зарубіжного виробництва, які завантажують зерно в поліетиленові рукави для подальшого зберігання.*

**Постановка проблеми.** Зерновий сектор України є стратегічною галуззю економіки держави, що визначає обсяги пропозицій та вартість основних видів продовольства для населення країни, зокрема продуктів переробки зерна і продукції тваринництва, формує істотну частину доходів сільськогосподарських виробників, визначає стан і тенденції розвитку сільських територій, формує валютні доходи держави за рахунок експорту. Зернова галузь є джерелом сталого розвитку більшості галузей агропромислового комплексу та основою аграрного експорту. Система зберігання зернових, яка дісталася Україні після розпаду СРСР, базувалася на великих індустріальних елеваторах. Ці елеватори в основному приватизовані і використовуються для закупівлі та накопичування зерна, а також для надання послуг із зберігання зерна сільськогосподарським підприємствам.

Витрати на зберігання знижують рівень рентабельності виробництва зернових. Одним із можливих варіантів зменшення витрат є організація зберігання зерна в самому господарстві. Будівництво стаціонарних зернохосовищ потребує значних коштів. На сьогодні пропонується інша, доступніша, технологія зберігання зернових – у поліетиленових рукавах, без доступу повітря.

**Мета.** Дослідження ефективності застосування зарубіжних машин в технологічних процесах зберігання зерна в поліетиленових рукавах без доступу повітря.

**Результати досліджень.** Режим зберігання зернових мас без доступу повітря заснований на потребі усіх живих компонентів зернової маси у кисні і полягає

в тому, щоб створити несприятливі умови для розвитку комах, грибків і знизити власну активність зерна.

Зберігання зернових мас у герметичних умовах забезпечується природним накопиченням у зернохосовищах вуглекислого газу і втратою кисню. Низька концентрація кисню пригнічує дихання зерна і шкідників, стримує репродукцію патогенної мікрофлори та знищує комахи і грибки.

Технологічний процес зберігання зерна в поліетиленових рукавах включає:

- підготовку майданчиків для укладання рукавів;
- підготовку зернової маси до зберігання;
- завантаження зернової маси в поліетиленові рукави;

- контроль якості зерна під час його зберігання;
- розвантаження зерна з рукавів.

Одним із основних етапів досліджень є завантаження зерна в рукави. Від ефективності роботи зернопакувальної машини (щільності зернової маси, відсутності складок у рукавів тощо) залежить якість зерна і, відповідно, термін його зберігання.

Розглянемо основні характеристики зернопакувальних машин зарубіжного виробництва, і зокрема ефективність роботи зернопакувальної машини AKRON E 9250 (Аргентина).

Це причіпна сільськогосподарська машина (рис. 1, 2), яка агрегується з колісними тракторами загального призначення МТЗ-80/82, ЮМЗ або їхніми аналогами з мінімальною потужністю 45 к.с. і частотою обертання вала відбору потужності (ВВП) 540 об/хв.

Основою для монтажу всіх вузлів і механізмів