

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОМПОНОВОЧНЫХ СХЕМ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

В.П.БУЯШОВ, к.т.н., доцент (УО БГАТУ); **В.М.БУРДЫКО**, директор УО БелМИС;
Н.Н.КУГАЧ, д.э.н., профессор; **И.З.СИНКУТЬ**, ген. директор ОАО «Лидсельмаш»;
Ю.Э.ВАШКЕВИЧ, гл.инженер ОАО «Лидсельмаш»

В настоящее время в Республике Беларусь применяются следующие картофелеуборочные машины: однорядные копатели - КТН-1Б, Л-651 и Л-653; двухрядные копатели - КТН-2В, КСТ-1,4А, Z-609 и комбайны КПК-2-01; трехрядные копатели-погрузчики Е-684 и КПК-3 (табл.1).

На рынке Германии однорядные комбайны еще доминируют. Однако в связи с изменением структур картофелеводческих хозяйств (увеличением предприятий с площадями пашни свыше 50 га и уменьшении количества хозяйств с площадями пашни 2...20 га) появился интерес у производителей картофеля к двухрядным машинам. Одновременно существует широкое предложение двухрядных копателей-погрузчиков, которые применяются во всех европейских странах. Широко используются четырехрядные прицепные комбайны, а также двухрядные, трех- и четырехрядные самоходные комбайны [1]. Выпускаются комбайны как для междурядий 75, так и 90 см.

У однорядных комбайнов асимметричный способ агрегатирования считается стандартным. Новый компоновочный ряд двухрядных комбайнов осуществляется также с асимметричным способом агрегатирования, т.е. трактор с широкими шинами во время уборки перемещается по уборанному полю, в то время как двух- и более рядные машины поставляются с симметричным способом агрегатирования. Автоматическое направление комбайнов с асимметричным

способом агрегатирования способствует применению этих машин при сохранении ширины подкапывающих рабочих органов.

Для разделенного способа уборки приспособлены все однорядные и большая часть двухрядных комбайнов.

Для поддержания заданной глубины хода на всех зарубежных комбайнах применяются катки, перекапывающиеся по поверхностям грядок (рис.1, в).

Они нашли применение и в машинах КПК, Е-686, Л-601 и Л-605. В качестве подкапывающих рабочих органов широко применяются комбинированные, состоящие из секционных лемехов (рис.1, г), по сторонам которых установлены плоские вертикальные (комбайны Гримме, АМАК, Вюльмаус и др.) или тарельчатые пассивные диски (КПК) и активные (Е-686, Е-684). Такая конструкция приемной части обеспечивает меньший забор почвы и предотвращает сгуживание массы, что наблюдалось при работе пассивных лемехов у комбайнов КСК-4. Однако они требовательны к более точному ведению агрегатов вдоль рядков, их прямолинейности и слабо пригодны к работе на полях, засоренных сорняками (лебеда, пырей).

В копателях КТН-2В и комбайнах КПК и КСК-4-1 применяются односекционные плоские лемехи с шарнирно закрепленными сзади клапанами. Машины зарубежных фирм Гримме (ДЛ-1500 - рис.1; ДР-1500,

КЛ-15-60), Нетатко Вюльмаус (1833, 2733); ИМАК (СП 2-130/150, СП-1-70Е, 80 РБ 40); Самро, АМАК (2 РБ, ЦМ-2, Г 2 Л и др.), а также КСТ-1,4А, Л-601 и Л-605 имеют 2-3 секционные плоские лемехи (рис.1, г) с шарнирными клапанами (у КСТ-1,4 А лемехи активные, колеблющиеся).

В последних конструкциях комбайна Е-686 был установлен пассивный двухсекционный лемех с активными дисками тарельчатой формы по сторонам приемной части и их гидроприводом, что позволяет выбрать нужный режим вращения в соответствии со скоростью агрегата. С целью увеличения скорости транспортирования пласта по лемеху тарельчатые диски установлены своей выпуклостью к центру картофельного ряда. Сочетание этих элементов обеспечивает устойчивую работу приемной части в различных условиях уборки.

Для хорошего транспортирования пласта и быстрого прохождения ботвы в приемной части над элеватором установлены четыре подпружиненных ролика 2 (рис.1, д): два по краям и два по центру элеватора (ДЛ-1500, ДР-1500, АМАК, ИМАК, Нетатко Вюльмаус и др.).

Сепарация почвы в картофелеуборочных машинах осуществляется на элеваторах 3, 4, 13. В бывшем СССР долгое время выпускались элеваторы, выполненные из прутков диаметром 11 мм, соединенных между собой дорожками из стальных

штампованных звеньев с шагом 41,3 мм. Прутки второго и третьего элеваторов, как правило, были обрезинены через один, при этом уменьшался просвет между прутками, а следовательно, и сепарация почвы. Полотно элеватора приводилось в движение от звездочек ведущего вала.

До последнего времени серьезным недостатком элеваторов являлся быстрый износ их металлических дорожек, однако внедрение прорезиненных ремней в их конструкцию существенно повысило надежность, а также плавность и бесшумность их работы (КПК, Л-601). Специальный профиль ремней предотвращает соприкосновение клубней с металлическими элементами, уменьшая их повреждения (рис.1, е).

В зарубежных картофелеуборочных комбайнах уже более 10 лет применяются элеваторы с различным просветом между прутками (табл.1), необходимые для конкретных условий уборки и при различной урожайности клубней.

Комбайны фирмы АМАК поставляются с элеваторами, имеющими просветы: 14, 18, 21, 28, 32, 36, 42 и 56 мм; Гримме – 15, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 30, 32, 35, 36, 40, 41 и 43 мм; Нетагко Вюльмаус – 22, 26, 30 и 35 мм; Квернеланд – 17, 25, 26, 29, 30, 34, 35 и 39 мм и т.д.

Комбайны фирмы АМАК имеют 6 ступеней для регулирования скорости полотна элеватора, а такие машины, как ЦМ-2/1500, ЦМ-3, ЦМ-4 – бесступенчатое регулирование скорости полотна.

Картофелекопатели зарубежных фирм также поставляются с элеваторами различного просвета между прутками [2].

Копатели-погрузчики ДЛ-1500 (Гримме) могут комплектоваться пятивальцевыми сепараторами 12 с регулируемым углом наклона для тяжелых влажных почв (см.рис.1, а), зазор между которыми может изменяться в пределах 5...40 мм. А копатели-погрузчики Г2, Г2Л (АМАК) могут иметь как пятивальцевый, так и пайлерный сепаратор, расположенный поперек техпроцесса, а 2РБ и АХ2 – 18-ти вальцевый шнековый, аксиаль-

но расположенный сепаратор для окончательного отделения почвы.

Общими принципами совершенствования сепарирующих рабочих органов при разработке машин следует считать:

- наладить выпуск элеваторов с различным просветом между прутками, применив резино-технические изделия и элементы привода из каталога фирмы «Рикон» (Германия) (3);
- бесступенчатое регулирование режимов работы элеваторов в зависимости от толщины почвенно-клубеносного слоя на них и применение гидропривода;
- внедрить новые способы встряхивания пруткового полотна;
- использовать модульный принцип компоновки машин с установкой на заводе-изготовителе различных сепарирующих модулей для модификаций комбайнов, работающих в определенных зонах СНГ;
- применять обрезиненные прутки на втором и последующих элеваторах.

Для отделения мелкой почвы в конструкции почти всех комбайнов применяют пальчиковые горки.

Разрушение почвенных комков начинается в начале техпроцесса: при движении комбайна копирующие катки, перекатываясь по поверхности грядок, разрушают комки; далее их разрушение продолжается подкапывающими и затем сепарирующими рабочими органами с помощью активных (рис.2, а) (ККУ-2А, КСК-4, АХ-2, Г2Л, ДЛ-1500, ДР-1500) и пассивных (КТН-2В, Л-601, ККУ-2А – II элеватор) встряхивателей, гребенчатых интенсификаторов (активных АХ-2, Г2Л и пассивных КСТ-1,4А) и шнеков (КПК), установленных над полотном элеватора (рис. 2, д).

Гребенчатые интенсификаторы представляют собой набор эластичных стержней (пальцев), установленных в шахматном порядке над полотном элеватора. Движущийся вместе с полотном пласт при встрече с пальцами рыхлится и перераспределяется по сепарирующей поверхности. При этом происходит разрушение почвенных комков (рис.2,б).

Шнековые интенсификаторы

применяются на комбайнах КПК (рис.2, д). Кроме разрушения комков, они сужают технологический поток, а при установке с минимальным зазором (2...3 мм) эффективно очищают прутки элеватора от налипшей почвы. Однако при работе на почвах, засоренных камнями, шнеки сильно повреждают клубни.

Комбайн Л-601 имеет над элеватором экран, изготовленный из толстой резины в виде клапанов, который уменьшает скорость продвижения вороха по элеватору, обеспечивая разрушение пласта и почвенных комков. При работе в легких условиях этот экран поднимается. Для разрушения комков в картофелеуборочных комбайнах ККУ-2А, Е-686, КПК-3 и др. применялись пневматические баллоны-комкодавители.

Для отделения длинной ботвы очень хорошо работают сетчатые ботвоудалители, которые устанавливаются на всех однорядных и большинстве двухрядных комбайнов, а также ботвозатягивающие валики, установленные под элеваторами. Мелкие растительные примеси удаляют пальчиковые горки. В двух- и многорядных комбайнах доминируют ботвозатягивающие валики, пальчиковые горки и редкопрутковые сетчатые ботвоудалители.

Для подачи вороха на второй ярус широкое применение находят ковшовые транспортеры или прутковые со скребками и сопроводительным транспортером.

Отделение твердых примесей (камни, комки) происходит по принципу различия в плотности и в сопротивлении перемещению компонентов вороха. Комбинации пальчикового транспортера и вращающихся щеток, транспортеров с эластичными элементами и др. нашли применение в современных комбайнах (рис.3). Среди механических отделителей твердых примесей наиболее перспективны транспортно-щеточные (рис.3, б), основные рабочие элементы которых – транспортер с резиновой пальчиковой поверхностью 1 и установленное над ней щеточное устройство 3.

Работа отделителя заключается в следующем. Очищенный от длин-

ных и мелких растительных примесей на предшествующих отделителе твердых примесей рабочих органах ворох клубней с соразмерными примесями (камнями и комками) подается на пальчиковую поверхность 1. Компоненты вороха по-разному располагаются на транспортере: клубни – на поверхности, а примеси, вдавливаясь между пальчиками, ниже ее. Ворс щетки 4 или транспортера 3, а также упругие пальцы 2 или гребенки снимают клубни с пальчиковой поверхности и направляют на транспортер потока клубней 7 переборочного стола, а примеси, проходя под упругими элементами, выносятся на транспортер примесей 8. Далее рабочие-переборщики осуществляют окончательное отделение твердых примесей при движении клубней в бункер.

В зависимости от условий функционирования комбайны фирмы Гримме поставляются с различными устройствами для отделения твердых примесей.

Вариант U применяется на тяжелых почвах с малым содержанием твердых примесей для отделения комков, камней и мелких растительных остатков. Он состоит из пальчикового транспортера 1 и пальцевого съемника 2, установленного над ним (рис.3,а). Причем примеси могут выноситься на убранное поле или собираться в отдельный бункер. Комбайн 1833 (Нетагко Вюльмаус) имеет аналогичное устройство отделителя.

Вариант S применяется на почвах с большим содержанием камней. Над пальчиковым транспортером 1 в этом варианте установлен щеточный транспортер (рис.3, б). Аналогичное устройство применено на комбайне 2733 (Нетагко Вюльмаус).

Вариант W применяется на средних почвах. Он отделяет также мелкие растительные примеси. Над пальчиковым транспортером 1 установлены под углом два валика с гидроприводом (рис.3, д). Такое устройство установлено

на комбайне ZSR 6000 (КЕТ Веймар-комбинат).

Вариант RS предназначен для тяжелых влажных условий и удаляет мелкие твердые примеси. Он представляет собой 8 пар вращающихся навстречу друг другу валцов (по одному гладкому и одному спиралевидному, диаметром 80 мм), установленных вдоль продольной оси комбайна за элеваторм (рис.3, г).

Вариант N применяется в легких условиях уборки при работе на повышенных скоростях, в конце пальчиковой горки установлен валик для предотвращения потерь клубней (рис.3, е).

Камнеотделители в виде цилиндрических щеток установлены на комбайнах E-686, J-601, J-605 и др. (рис.3, в), а колеблющиеся или вращающиеся гребенки – на комбайнах 2733 UB, фирм Samro и IMAC.

В ГДР был создан комбайн E-686-электроник, в котором для отделения твердых примесей применялась рентгеновская установка, обеспечивающая почти стопроцентное их выделение прямо на комбайне, без участия рабочих-переборщиков. При такой эффективной работе отделителя необходимо было иметь бункер для сбора камней с целью их вывозки с поля.

Бункеры в комбайнах могут быть опрокидывающимися (J-601) или с подвижным дном (ККУ-2А, КПК, 1833, 2733, ДР-1500 и др.), а их вместимость от 0,8 т (J-601) до 12,5 т (КР 4/250 - Райнер).

Подвижная рама бункера с помощью гидроцилиндров может изменять высоту выгрузки клубней и складываться в транспортное положение. На конце верхней части установлен, как правило, скатной лоток, который с помощью гидроцилиндра изменяет угол скатывания клубней и закрывается при заполнении бункера.

Бункеры комбайнов западных фирм также имеют планчатый транспортер с гидроприводом, однако боковины, как правило, выполнены из перфорированно-

го листа, не имеют выгрузных лотков, значительно большей вместимости и могут подниматься для выгрузки клубней в большегрузные автомобили с высокими бортами (1833, 1533, 1033, ДР-1500). А время опорожнения бункера на 4,5 т вместимости составляет всего 20 с (ДР-1500Ш) за счет электроуправляемого привода, имеющего две скорости.

При работе на склонах комбайны оборудуются гидравлически управляемыми дышлами или задними колесами, а также гидросистемой выравнивания комбайна для равномерной загрузки сепарирующих рабочих органов.

Увеличивается на Западе спрос на самоходные комбайны, которые могут быть 2-х, 3-х и 4-х рядными. Причем 2-х и 3-х рядные применяются с боковым забором грядок (передние колеса перекачиваются по убранному полю (девульф – Бельгия, СФ-150/60 – Гримме, удостоенный серебряной медали на выставке «Агритехника-99»), а 4-х рядный с фронтальным забором грядок, но передние колеса перекачиваются после подкапывающих рабочих органов (КР 4/250 - Райнер). Самоходные машины выполняются комбинированными, то есть впереди устанавливается ботводробитель, а затем рабочие органы для выкапывания клубней.

Самоходные комбайны, как правило, оборудованы системой автоматического вождения, имеют бортовой компьютер. Для самоходного комбайна КСК-4 в БГАТУ был разработан автомат вождения гидромеханического и электрогидравлического типов, прошедший государственные испытания на Белорусской МИС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Typentabelle – Kartoffelsammelroder /R.Peters// Kartoffelbau 7, 1999. – С. 260...269.
2. Typentabelle – Kartoffelsammelroder /R.Peters// Kartoffelbau 7, 1999. – С. 256...259.
3. Fortschritt in Bewegung. Sanft, schonend und sorgfaltig fur alle Einsatzbereiche. Ricon, Sieb – u. Fordertechnik. Katalog – 11.97. – DSC. – 120 с.

1. Техническая характеристика машин

НАИМЕНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	МАРКА										
	КСТ-1,4А	КМБ-2	КМБ-2-01	КМБ-2-02	КМБ-2-03	КМБ-2-04	КПК-2-01	Л-606	ПКК-2-02	SE- 150-60	GZ- 1700DL
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЗА 1 ЧАС ОСНОВНОГО ВРЕМЕНИ, ГА	0,27..0,91	0,4..0,8	0,4..0,8	0,4..0,8	0,4..0,8	0,4..0,8	0,4..0,8	0,4..0,6	0,4..0,6	0,4..1,0	0,4..1,0
МАССА, КГ	1120	5070	4800	4200	5400	6000	5400	5500	6480	8950	5700
ОБСЛУЖИВАЮЩИЙ ПЕРСОНАЛ, ЧЕЛ. ТРАКТОРИСТ КОМБАЙНЕР РАБОЧИЕ ПЕРЕБОР ЩИКИ	1 - -	1 1 0..3	1 1 -	1 - -	1 1 0..3	1 1 0..3	1 1 0..3	1 1 0..4	1 - 0..4	1 - 0..4	1 - -
ВМЕСТИМОСТЬ БУНКЕРА, КГ ДЛЯ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ КАМНЕЙ	- -	1500 -	1500 -	- -	1000 1000	1500 2000	1500 -	2000 -	1900 -	6000 500	- -
ЗАСОРЕННОСТЬ УЧАСТКА, Т/ГА БОТВОЙ И СОРНЯКАМИ КАМНЯМИ	до 6 до 10	до 6 до 7	до 6 -	до 6 -	до 6 до 7	до 6 до 15	до 45 до 8	до 45 до 28	до 45 -	до 45 до 28	до 45 -
КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕВАТОРОВ	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3
ПРОСВЕТ МЕЖДУ ПРУТКАМИ, ММ	30	30	30	30	30	30	30	33	33	15,18,21,22,24,25,30 32,35,36,40,41,43	

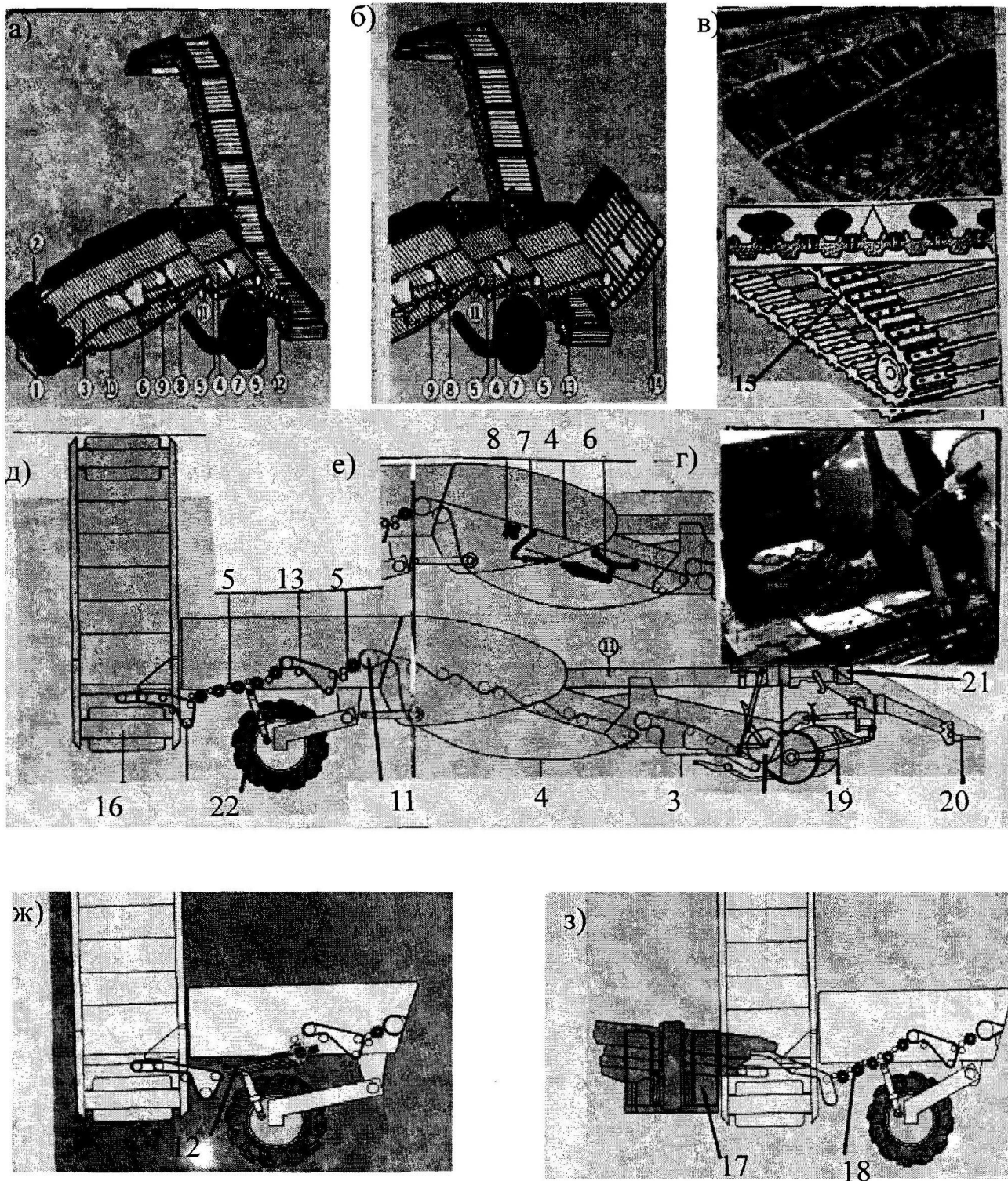
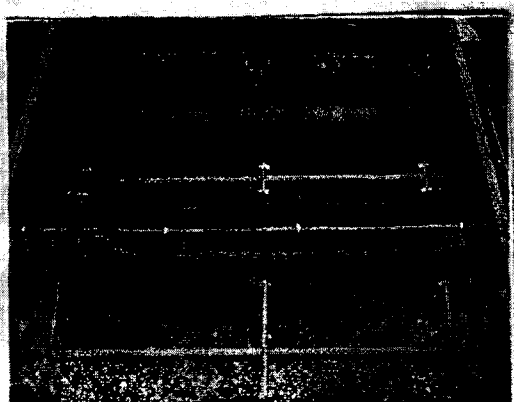


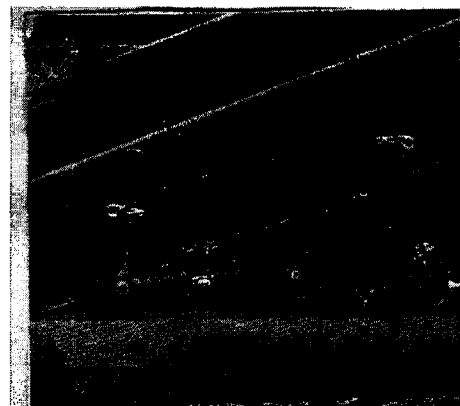
Рис.1. Схемы копателей-погрузчиков DL-1500 и GZ1700 (Гримме):

а - двухэлеваторный; б - трехэлеваторный; в - приемная часть; г - лемех секционный; д - GZ 1700 с волновым элеватором; е - элеватор со встряхивателями; ж - сепаратор вальцевый; з - GZ-1700 с переборочным столом;
 1 - каток; 2 - ролик ботвоподтягивающий; 3,4,13 - соответственно элеватор основной; второй, третий;
 5 - валик ботвоподтягивающий; 6,7,8 - встряхиватель; 9 - электропривод регулировок встряхивателя;
 10 - соединение замковое; 11 - привод элеватора; 12 - сепаратор вальцевый; 14 - удалитель мелкой ботвы и почвы; 15 - выступ; 16 - транспортер выгрузной; 17 - стол переборочный; 18 - сепаратор-ботвоудалитель;
 19 - диск; 20 - дышло; 21 - привод; 22 - гидроцилиндр

а)



б)



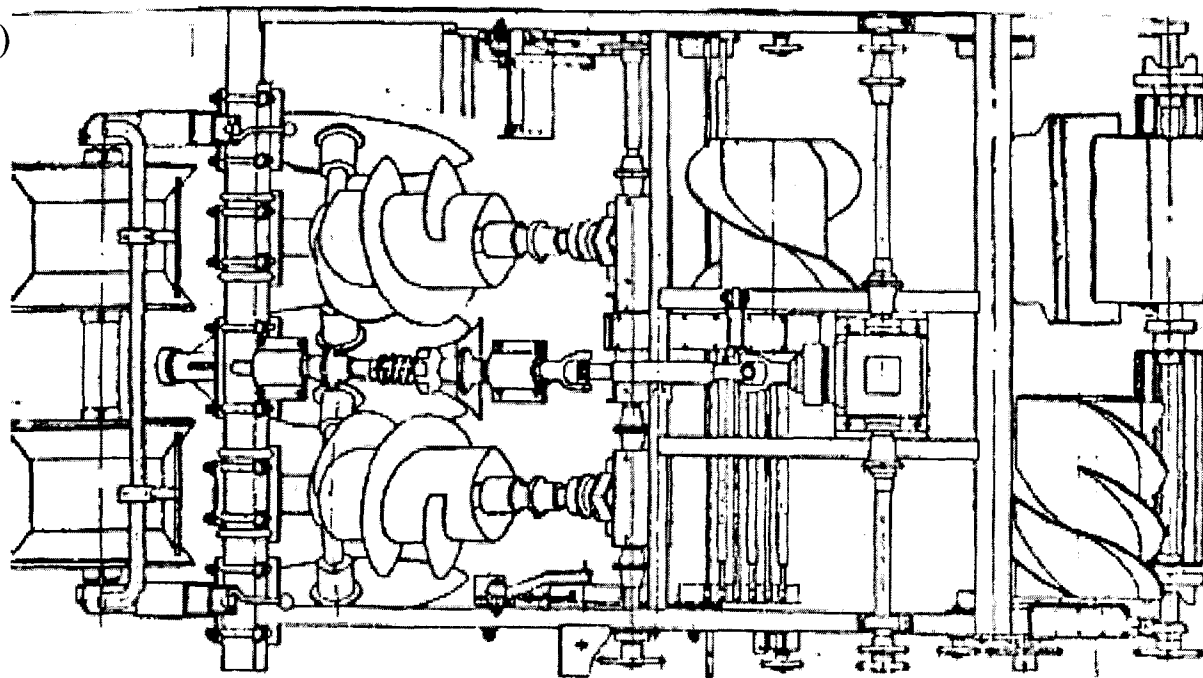
в)



г)



д)



*Рис.2. Рабочие органы для разрушения комков:
а - активные встряхиватели; б - электропривод интенсивности встряхивания; в - вал с роликами; г - гребенчатый интенсификатор; д - шнековый интенсификатор*

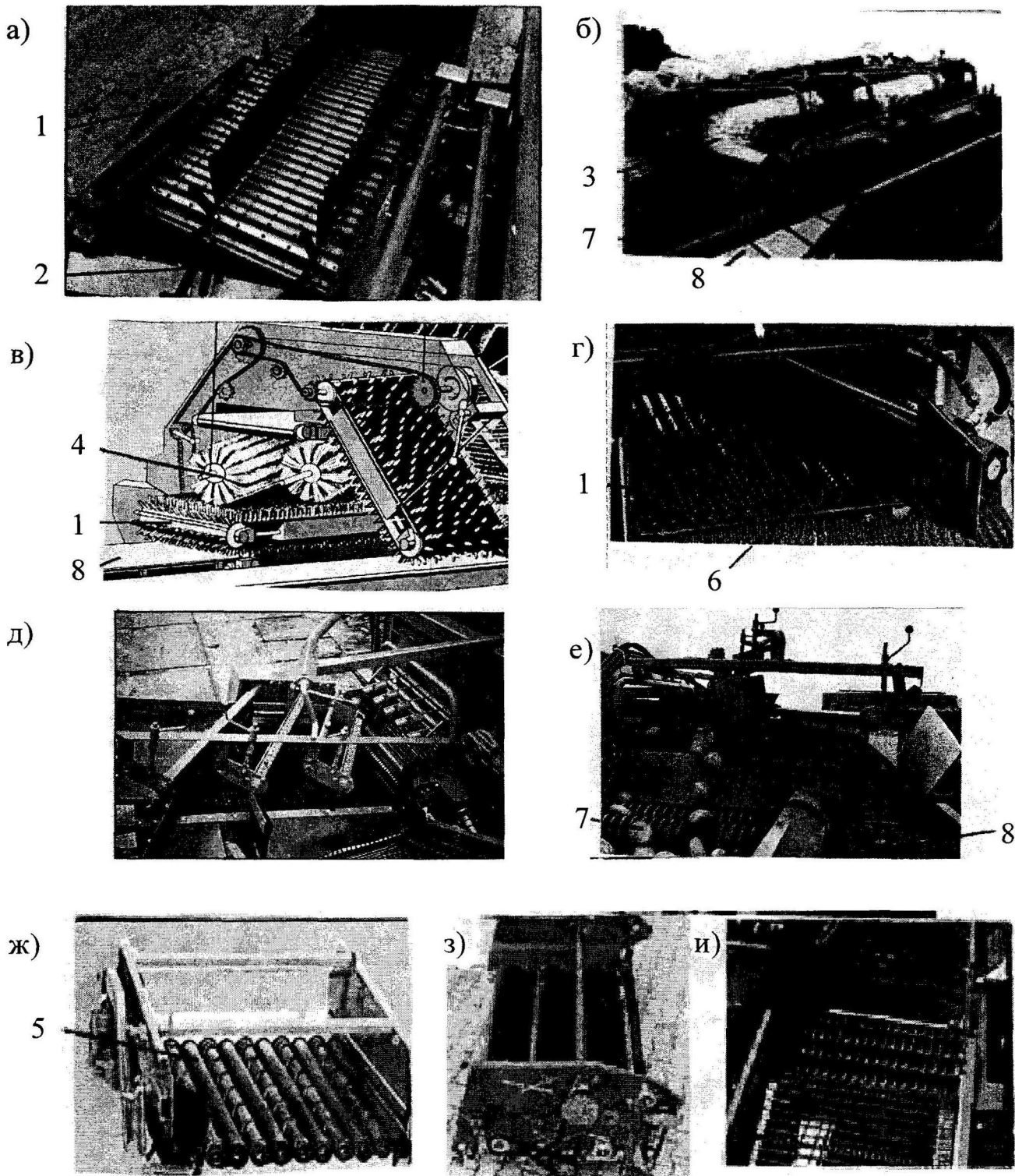


Рис. 3. Органы вторичной сепарации:

а - транспортно-пальцевый; б - транспортно-щеточный; в - щеточный; г - вальцевый; д - колеблющаяся гребенка; е - вращающаяся гребенка; ж - аксиальные вальцы; з - паллерный; и - отделитель мелкой фракции клубней; 1 - пальчиковый транспортер; 2 - пальцевый съемник; 3 - щеточный транспортер; 4 - щетка цилиндрическая; 5 - вальцы; 6 - валик; 7 - поток клубней; 8 - поток примесей