

УДК 629.3

Я.И. Тюрин

асп., МАДИ,

тел.: +7(903)526-35-36,

e-mail: yan_tyurin@mail.ru

К.П. Мандровский

канд. техн. наук, доц., МАДИ,

тел.: +7(926)275-05-52,

e-mail: effectmash@mail.ru

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКСКАВАТОРОВ-ПЛАНИРОВЩИКОВ

Аннотация. В данной статье изучены основное назначение, устройство и особенности эксплуатации экскаваторов-планировщиков, анализ сравнительных характеристик некоторых машин, а также сформулированы главные предпосылки к проведению более детального анализа с целью оценки и повышения – производительности данного типа машин.

Ключевые слова: экскаватор-планировщик, производительность, эффективность, рабочее оборудование.

Введение

Экскаватор – основной и универсальный тип землеройных машин, оснащённых ковшом. Основным назначением является разработка грунтов (горных пород, полезных ископаемых) и погрузка сыпучих материалов из штабелей. Главным отличием одноковшового экскаватора от других землеройных машин является то, что экскавация (выемка) грунта (материала из штабеля) производится подвижным рабочим органом при

неподвижном шасси. Поворот ковша на разгрузку также производится при стоящей машине. Многоковшовые экскаваторы могут передвигаться во время набора грунта (траншеекопатели, например) но ковши обязательно двигаются отдельно от шасси. Особенностью экскаваторов является широкий набор сменного оборудования – не только разные ковши, но и стрелы, рукояти, копровые мачты, а также собственно рабочие инструменты (ковши экскавационные, погрузочные, грейферные двух- и многочелюстные, рыхлители, крюки) [1, 5].

Экскаваторы-планировщики

Экскаваторы-планировщики представляют собой универсальные гидравлические полноповоротные машины четвертой размерной группы, основным рабочим движением которых является выдвижение-втягивание телескопической стрелы с полноповоротным ковшом при копании, планировании и транспортировании грунта в ковше после экскавации. Эти машины разрабатывают грунты I–III категорий и характеризуются малой габаритной высотой, что позволяет эффективно использовать их в стесненных условиях городской застройки, в труднодоступных местах и закрытых помещениях, в частности для разработки грунта под мостами, на участках пересечения подземных коммуникаций, при их ремонте и в аварийных ситуациях, внутри зданий и сооружений; для зачистки дна и вертикальных стенок траншей и котлованов; подсыпки и разравнивания грунта под полы, фундаменты и подпольные каналы; засыпки пазух фундаментов, траншей и котлованов; подачи материалов через проемы в стенах под низкое перекрытие и т.п.

Экскаваторы с телескопическим рабочим оборудованием широко применяют на рассредоточенных объектах малого объема как универсальные землеройные машины. Наиболее эффективно они используются при планировании наклонных поверхностей каналов,

насыпей и выемок земляного полотна, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора.

Как известно, экскаваторы являются основным типом землеройных погрузочно-разгрузочных машин. Но если брать в процентном соотношении, то экскаваторов-планировщиков из всего многообразия моделей не так уж и много.

Основными частями экскаваторов-планировщиков (рис. 1) являются: базовое шасси 1, поворотная платформа 9 (с расположенными на ней силовой установкой, узлами гидропривода, кабиной машиниста) и телескопическое рабочее оборудование. Поворотная платформа опирается на раму ходового оборудования через роликовое опорно-поворотное устройство. Телескопическое рабочее оборудование экскаваторов-планировщиков имеет единую принципиальную схему и состоит из телескопической стрелы прямоугольного сечения, сменного рабочего органа и механизмов выдвижения-втягивания стрелы, подъема-опускания стрелы, поворота ковша относительно собственной оси и продольной оси стрелы.

Телескопическая стрела включает две секции – наружную 5, шарнирно прикрепляемую к поворотной платформе, и выдвижную внутреннюю 3, несущую на переднем конце сменный рабочий орган 2.

Гидравлический привод рабочего оборудования обеспечивает выполнение пяти рабочих движений: прямолинейное движение рабочего органа при изменении длины телескопической стрелы (ход стрелы 4,15 м) с помощью длинно-ходового гидроцилиндра, подъем (на угол 0...30 градусов) и опускание (на угол 0...70 градусов) стрелы в вертикальной плоскости двумя параллельно установленными гидроцилиндрами, поворот ковша относительно оси его подвески (на угол 0...145 градусов) и вокруг продольной оси стрелы (360 градусов). Три из пяти рабочих движений можно совмещать: при планировочных работах —

выдвижение (втягивание) стрелы, ее подъем (опускание) и поворот ковша; при повороте на выгрузку (в забой) – подъем (опускание) стрелы, ее выдвижение и поворот платформы.

Выполнение основных видов земляных работ осуществляется следующими движениями стрелы и ковша:

1) планирование и зачистка наклонных поверхностей, расположенных ниже уровня стоянки машины, – втягиванием телескопической стрелы с коррекцией толщины срезаемой стружки небольшим поворотом ковша;

2) зачистка и планирование горизонтальных поверхностей на уровне и ниже уровня стоянки экскаватора – совмещением опускания и втягивания стрелы с периодической коррекцией положения ковша;

3) зачистка и доводка боковых (наклонных и вертикальных) поверхностей земляных сооружений при расположении экскаватора вдоль оси сооружения (например, в траншеях) – втягиванием телескопической стрелы и поворотом рабочего органа относительно продольной оси стрелы на некоторый угол [4].

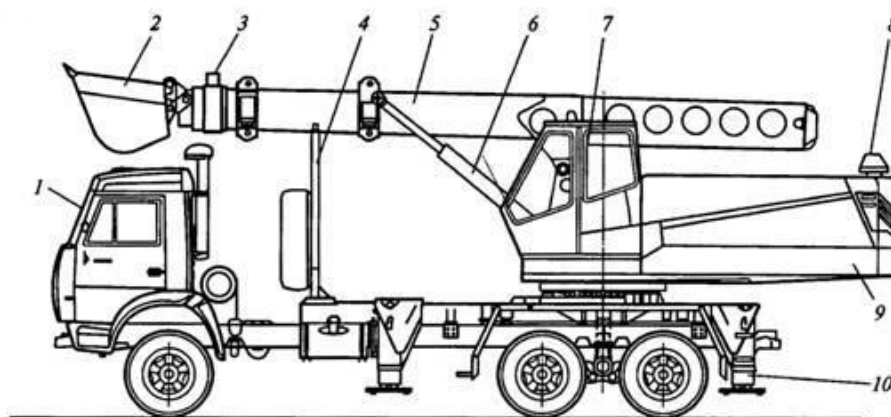


Рис. 1. Экскаватор-планировщик EW-25-M 1.100: 1– базовое шасси; 2 – ковш; 3 – выдвижная секция стрелы; 4 – стойка; 5 – основная (наружная) секция стрелы; 6 – гидроцилиндр подъема-опускания стрелы; 7 – кабина оператора; 8 – дизель экскаваторной установки; 9 – поворотная платформа; 10 – выносная гидравлическая опора

Отличительная особенность этой техники – телескопическая стрела с навесным оборудованием, поворачивающимся вокруг своей оси. При этом поворот навесного может происходить как за счет ротационного механизма, расположенного на стреле, так и за счет поворота самой стрелы вокруг своей оси. Именно это делает машины универсальными и позволяет выполнять землеройные работы, с которыми не справится ни обычный экскаватор с шарнирно-рычажным рабочим оборудованием, ни грейдер. Эти машины могут зачищать и планировать откосы, насыпи высотой более 2,5 м, работать под мостами и в других ограниченных по высоте местах, «ювелирно» подкапывать под трубами и коммуникациями, рыть котлованы под прямым углом и т.д.

При всех преимуществах телескопических экскаваторов, они являются достаточно сложной, дорогой и редкой техникой, что делает их производство относительно непривлекательным: об этом говорит тот факт, что наиболее развитые фирмы в области экскаваторной техники не торопятся осваивать этот сегмент. Анализ нормы потенциальной прибыли и размеров рынка говорит о том, что начальные затраты на проектные работы и маркетинговые исследования могут не окупиться. Поэтому не удивительно, что во всем мире телескопические экскаваторы когда-либо выпускали не более дюжины производителей [2].

Производители

На территории СНГ телескопические экскаваторы исторически применяются в ограниченном количестве компаний. До середины 1990-х гг. на территории СССР (а затем СНГ) безраздельно хозяйничали только машины производства словацкой компании *CSM-Tisovec*.

Рынок производителей бывшего СССР и ближнего зарубежья представлен в основном государственными предприятиями, которые развиваются и живут за счет бюджета и государственных средств. Частных предприятий практически нет.

В настоящее время основными производителями универсальных полноповоротных экскаваторов-планировщиков четвертой размерной группы на автомобильных и специальных шасси являются:

ОАО «Мотовилихинские заводы» (г. Пермь), машиностроительное предприятие «Святовит» (Республика Беларусь), американский *Gradall-Badger* и словацкий *CSM-Tisovec*.

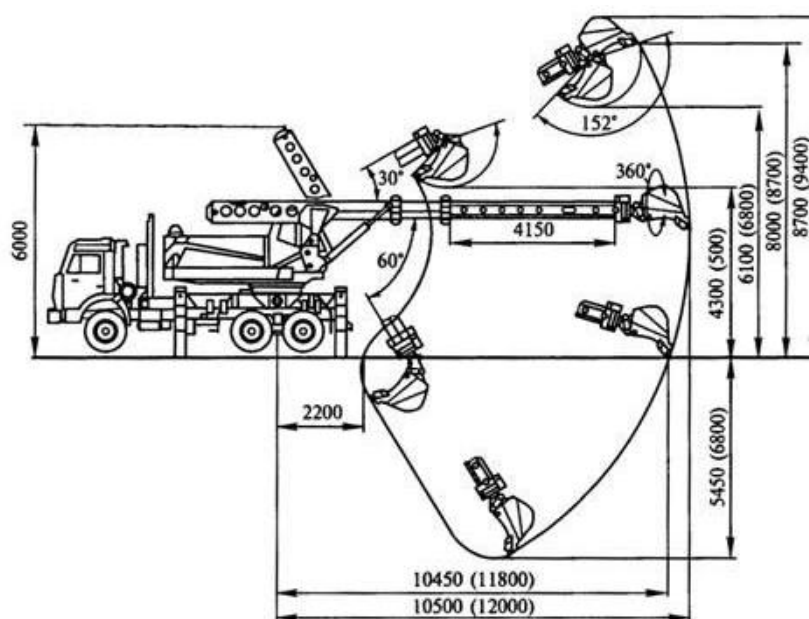


Рис. 2. Геометрические характеристики экскаватора-планировщика EW-25-M1 при работе основным ковшом

МП «Святовит» выпускает базовую модель экскаватора-планировщика EW-25-M1 на базе автомобилей МАЗ-630303 (6х4) или МАЗ-6311705 (6х6) и ее модификации EW-25-M1.1 (на шасси КамАЗ-53228) и EW-25-M1.2 (на шасси Урал-4320). Модификации экскаваторов-планировщиков конструктивно подобны, максимально унифицированы, имеют сходные технические характеристики и различаются между собой базовыми шасси и габаритами. При работе экскаватора планировщики устанавливаются на выносные гидроуправляемые опоры. Экскаваторы имеют возможность перемещаться по строительной площадке со скоростью до 1,5 км/ч при выключенном двигателе базового шасси и

работающем дизеле экскаваторной установки. Управление перемещением экскаватора ведется из кабины оператора. Геометрические характеристики работы экскаваторов-планировщиков EW-25-M1 основным ковшом приведены на рис. 2 [3].

Варианты сменного рабочего оборудования

В комплект рабочего оборудования экскаваторов-планировщиков МП «Святовит» (рис. 3) входят: экскавационные ковши 1, 2, 3 с зубьями вместимостью 0,63; 0,4; 0,18 м³, шириной 1,0; 0,73; 0,4 м соответственно; экскавационный ковш – 4, облегченный, объемом 0,8 м³, шириной 1,35 м; планировочный ковш – 5, вместимостью 0,4 м³ и шириной 2,5 м; профильный ковш – 6; траншейный ковш – 7; планировочный отвал – 8; доска планировочная – 9, зуб-рыхлитель – 10, клещевой захват – 11; кирковщик – 12; удлинитель стрелы – 13; каток – 14.

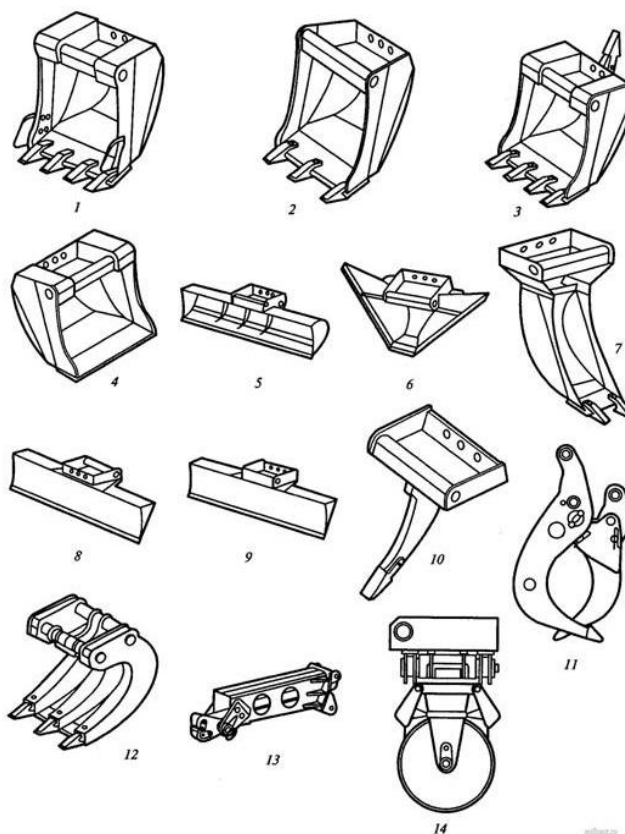


Рис. 3. Сменные рабочие органы экскаваторов-планировщиков

Основное рабочее оборудование машин – экскаваторный ковш обратной лопаты вместимостью 0,5 м³, дополнительное рабочее оборудование – планировочный ковш шириной 1,1 м, планировочный отвал шириной 2,0 м и высотой 0,9 м.

Широкая номенклатура сменных рабочих органов и конструктивные особенности телескопического оборудования обеспечивают практически полную механизацию экскавационных, планировочных, зачистных, доводочных и погрузочно-разгрузочных работ в стесненных условиях, большинство которых не может быть выполнено (частично или полностью) универсальными одноковшовыми экскаваторами.

Сравнительный анализ экскаваторов-планировщиков

У белорусской компании «Святовит» спецшасси МЗКТ отличается от других автомобильных шасси наличием собственной усиленной рамы, обычно устанавливаемой на автомобильной платформе. Замена одного оборудования другим происходит в считанные минуты, на шасси предусмотрено специальное место для транспортировки к месту работ планировочной доски. Предприятием «Святовит» также выпускаются модификации экскаваторов EW-25-M1 «Антей». Эти экскаваторы аналогичны по всем параметрам базовой модели и ее модификациям и отличаются тем, что комплектуются гидроаппаратурой ведущих мировых производителей, имеют увеличенный запас прочности и повышенную надежность гидроразводки, что позволило увеличить гарантийный срок эксплуатации машин.

В отличие от прочих изготовителей, «Мотовилиха» устанавливает ротационное устройство не на ковше, а на элементе сопряжения стрелы и поворотной платформы, что предохраняет его от попадания разрабатываемого материала, повышая надежность конструкции.

ОАО «Мотовилихинские заводы» выпускает три модели экскаваторов-

планировщиков: ЭО-43212 на базе КамАЗ-53228 (6х6), ЭО-43213 на базе УралАЗ-4320-1911-30 (6х6) и ЭО-43214 на базе КамАЗ-43118 (6х6).

У словацкой компании CSM практически все машины установлены на шасси *Tatra* с хребтовой рамой. У этих шасси есть независимая торсионная подвеска переднего моста и независимая рессорно-балансирная подвеска заднего моста. Ноу-хау экскаватора стала функция «микрпередвижение», которая позволяла управлять передвижением шасси из кабины установки при неработающем двигателе шасси.

Экскаваторы *Gradall-Badger* на автомобильных и колесных шасси также могут быть оснащены колесными тележками для передвижения по рельсовым путям. Фирменная черта экскаваторов *Gradall* – телескопическая стрела треугольного профиля. Изобретатели машины – братья Рэй и Куп Ферверда создали треугольную стрелу и добавили гидроцилиндр, позволяющий стреле наклоняться на 45 градусов. Опора стрелы выполнена подвижной, это позволяет расширить рабочую зону. Основная конструктивная особенность всех телескопических экскаваторов *Gradall* состоит в том, что не ковш вращается вокруг оси стрелы, а сама стрела поворачивается вокруг своей продольной оси на угол 110–120° в обе стороны.

Технические характеристики некоторых экскаваторов-планировщиков ОАО «Мотовилихинские заводы» и «Святовит» приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика экскаваторов-планировщиков

Параметры	Индекс машины			
	ЭО-43212	ЭО-43214	ЭО-43213	EW-25-M1
Базовое шасси	КамАЗ-53228	КамАЗ-43118	УралАЗ-4320-1911-30	МАЗ-63031
Колесная формула	6х6	6х6	6х6	6х4
Максимальная скорость движения, км/ч	70	70	70	60

Параметры	Индекс машины			
	ЭО-43212	ЭО-43214	ЭО-43213	EW-25-M1
Дизель экскаваторной установки	Д-243	Д-243	Д-243	Д-245
Мощность двигателя, кВт	55	55	55	74
Габаритные размеры экскаватора в транспортном положении, мм	8400x2500x3800	8520x2500x3900	9400x2500x3900	8700x2500x3750
Масса эксплуатационная, т	19,5	19,5	20,7	21,87
Номинальная вместимость основного ковша, м ³	0,5	0,5	0,5	0,63
Максимальная глубина копания Нк, м	5,8	5,8	5,7	5,45
Максимальный радиус копания на уровне стоянки Rк, м	9	9	9	10,45
Максимальная высота разгрузки Нв, м	5,7	5,8	5,8	6,1
Ход телескопирования стрелы, м	3,7	3,7	3,7	4,15
Продолжительность цикла экскавации, с	20	20	20	21
Производительность, м ³ /ч	92	92	92	95
Наибольшее усилие копания, кН:	–	–	–	–
при работе поворотом ковша	90	90	90	80
при работе со втянутой стрелой	100	100	100	ПО
Давление в гидросистеме, МПа	24	24	24	28
Изготовитель	ОАО «Мотовилихинские заводы» (Россия)			МП «Святовит» (Республика Беларусь)

Выводы

Безусловно, экскаватор-планировщик сегодня является высокопроизводительной и универсальной машиной, способной

справляться с самыми точными и сложными задачами. Но существует ряд замечаний, позволяющих более детально рассмотреть вопрос повышения их эффективности, а, следовательно, и производительности, среди них:

- 1) отсутствие инструментов оценки эффективности и производительности экскаваторов-планировщиков;
- 2) несовершенство выполнения требуемых рабочих процессов экскаваторов-планировщиков ввиду повышенных требований к позиционированию рабочего оборудования машины в процессе её эксплуатации;
- 3) отсутствие инструментов выбора техники, наличие огромного количества разных вариантов;
- 4) сложность устройства и дороговизна данного типа техники, его непопулярность среди потенциальных потребителей;
- 5) потребность развития отечественной техники и развитие аналогов импортозамещения.

Литература

1. ГОСТ 30067-93 [межгосударственный стандарт] Экскаваторы одноковшовые универсальные полноповоротные. Общие технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996.
2. Никитин О., Титова М. Планировщики на автомобильных шасси // Техно Magazine. 2008. № 1 (январь–февраль).
3. Обзор мирового рынка телескопических экскаваторов-планировщиков // <http://www.uralstroyportal.ru/>
URL: <http://www.uralstroyportal.ru/articles/article266.html>
(дата обращения: 26.11.2014).
4. Справочник строителя (Экскаваторы-планировщики) // <http://www.baurum.ru/>
URL: http://www.baurum.ru/_library/?cat=power_shovels&id=1213
(дата обращения: 26.11.2014).

5. Шестопалов К.К. Машины для земляных работ: учеб. пособие. М., 2011. 145 с.

References

1. GOST 30067-93 [mezhhgosudarstvennyj standart] Jekskavatory odnokovshovye universal'nye polnopovorotnye. Obshhie tehicheskie uslovija. Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov, 1996.
2. Nikitin O., Titova M. *Tehno Magazine*, 2008, № 1.
3. Obzor mirovogo rynka teleskopicheskikh jekskavatorov-planirovshhikov // <http://www.uralstroyportal.ru/>
URL: <http://www.uralstroyportal.ru/articles/article266.html>
(data obrashhenija: 26.11.2014).
4. Spravochnik stroitelja (Jekskavatory-planirovshhiki) // <http://www.baurum.ru/>
URL: http://www.baurum.ru/_library/?cat=power_shovels&id=1213
(data obrashhenija: 26.11.2014).
5. Shestopalov K.K. *Mashiny dlja zemljanyh rabot* (Digging machines) Moscow, MADI, 2011. 145 p.

I. Tyurin,
K. Mandrovskiy

Analysis of characteristics of excavators

Abstract. This article studied the operating features of excavators, an analysis of the comparative characteristics of some machines, as well as formulates the main prerequisites for a more detailed analysis in order to assess and improve the performance of this type of machinery.

Key words: excavator, productivity, efficiency, operating equipment.