© Ю.Н. Захаров, Т.П. Щерба, 2014

УДК 622.647.2

Ю.Н. Захаров, Т.П. Щерба

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ШНЕКОВОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ОЧИСТНОГО КОМБАЙНА

Исследования показали, что увеличение шага расстановки резцов с 45 на 60 мм позволяет улучшить гранулометрический состав отбиваемой руды, увеличение ширины захвата в исследованном диапазоне позволяет повысить производительность комбайна на 25%, а за счет перераспределения объемов добычи из кутковых зон в линейные происходит повышение производительности с одновременным снижением скорости подачи при одинаковой загрузке привода шнекового исполнительного органа комбайна.

Ключевые слова: шнековый исполнительный орган, резцы, шаг расстановки, линии резания, режимы работы, геометрические параметры, ширина захвата, кутковые и линейные зоны.

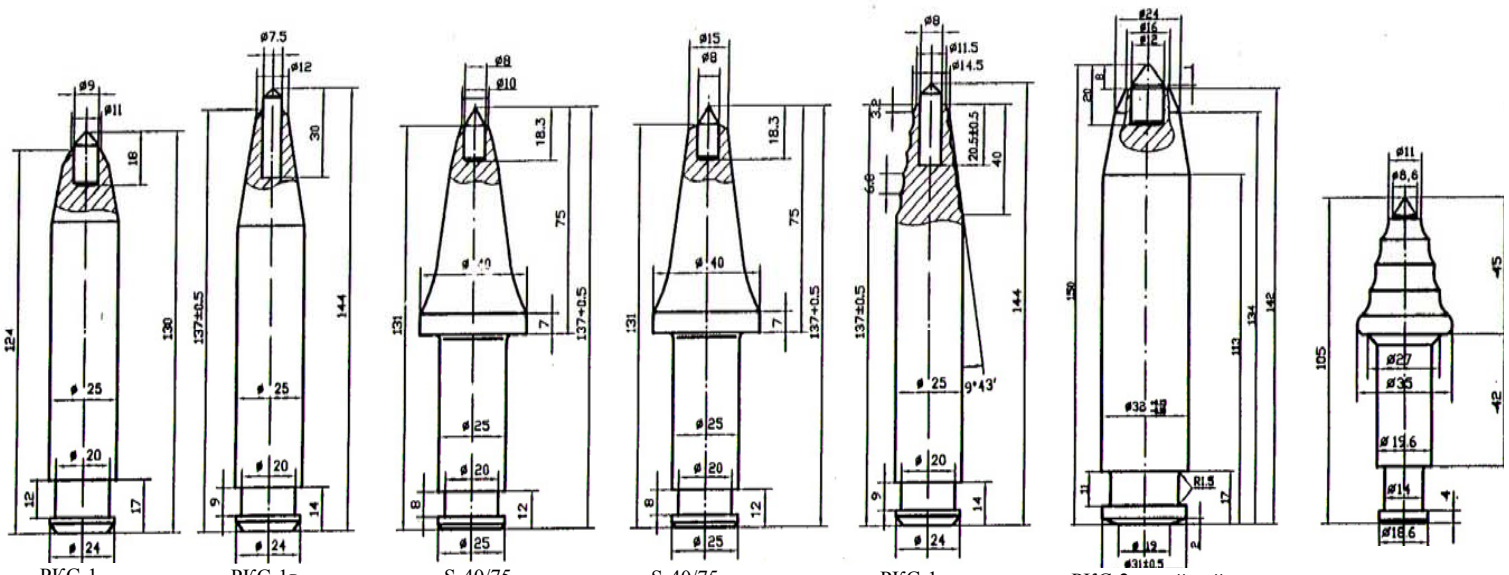
Добыча калийной руды на рудниках ОАО «Беларуськалий», в зависимости от принятой технологии выемки калийных пластов, осуществляется разными типами комбайнов для длинных очистных забоев с установленной мощностью на приводе исполнительного органа от 200 до 400 кВт. Исполнительные органы комбайнов оснащаются в основном тангенциональными резцами РКС-1 (130 мм) и шагом расстановки 40…45 мм. Несмотря на значительный рост установленной мощности на приводе исполнительного органа (в 2 раза) производительность возросла незначительно и получена за счет организации работ, а параметры исполнительного органа (шаг расстановки резцов, высота погрузочной реборды, режущий инструмент, скорость вращения и др.) остались без изменения.

Исследования выполнялись непосредственно в очистном забое на комбайнах ЕВ-200/230, ЕДВ-300/760, Электра-700, СЛ-300 и СЛ-300НЕ сотрудниками ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством» совместно со специалистами ОАО «Беларуськалий».

При исследовании использовались тангенциональные укороченные резцы РКС-1 (130 мм) и удлиненные РКС-1с, РКС-1в, S-40/75(144 мм) с различными геометрическими параметрами. Кроме этого были испытаны резцы РКС-2 и двойного вращения КН-45. Общий вид испытанных резцов представлен на рис. 1.

Установление фактических параметров расстановки резцов на исполнительных органах, применяемых для добычи калийной руды комбайнов, производилось путем осмотра их непосредственно в забое. Всего было осмотрено 76 исполнительных органов в том числе: 31 — для комбайнов ЕВ-200/230ЛН, 26 — для комбайнов СЛ-300, КГС-570(800) и Электра-340(700), 19 — для комбайнов ЕДВ-300/760(600).

Анализ полученных данных показал, что шаг расстановки резцов в линейных линиях резания на исполнительных органах комбайнов в основном не выдержан и изменяется в широких пределах от 20 до 80 мм.



РКС-1
ЛМЗ,
Солигорск

РКС-1в
НИИ импульсных
процессов, Минск

S-40/75
Пигма-Кеннаметал,
Москва

S-40/75у
Пигма-Кеннаметал,
Москва

РКС-1с
ЗАО «Белтехнология»,
Минск

РКС-2 серийный
с твёрдым
сплавом

КН-45
ЗАО «Белтехнология»,
Минск

Рис. 1. Общий вид испытанных резцов шнековых исполнительных органов очистных комбайнов

Анализ полученных данных показал, что шаг расстановки резцов в линейных линиях резания на исполнительных органах комбайнов в основном не выдержан и изменяется в широких пределах от 20 до 80 мм. Количество резцов в линейных лини ях — 1. Общее количество резцов в кутковых линиях резания изменяется от 9 до 14, что составляет 55—70% от общего количества резцов в линейных линиях резания.

Оценка эффективности режущего инструмента производилась по двум факторам — это расход на 1000 тонн добытой руды и по удельной энергоемкости разрушения калийной руды. Данные испытания показали, что удельный расход режущего инструмента на 1000 тонн добытой руды комбайном ЕДВ-300/760 в лаве № 5 рудника 3 РУ с шагом расстановки резцов 45 мм составил: для РКС-1в — 5,91; РКС-1с — 8,93 и S-40/75 — 10,46, а для лавы № 6а-2 рудника 4 РУ — РКС-1в — 8,53; РКС-1с — 8,8 и S-40/75 — 7.13.

Испытания резцов S-40/75у на комбайне ЕДВ-300/760 с шагом расстановки их 60 мм показали снижение расхода режущего инструмента до 5,37 и 6,07 соответственно для лавы № 5 рудника 3 РУ и лавы № 6а-2 рудника 4 РУ. А испытания резцов S-40/75 на комбайне ЕВ-200/230 с шагом расстановки 45 мм позволили снизить их расход до 5,79 вместо 12,39 (S-40/75) на 1000 т добытой руды.

В лаве № 70 рудника 3 РУ на комбайне ЕВ-200/230 была испытана опытная партия резцов типа S-40/75 с лазерным упрочнением, выполненным ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством» и без него. Испытания резцов с лазерным упрочнением державки подтвердили их работоспособность и позволили снизить их расход на 25—30% по сравнению с неупрочненными.

Результаты выполненных исследований по оценке работоспособности режущего инструмента показали, что несмотря на относительно невысокий расход, геометрические параметры их нуждаются в доработке (глубина заделки режущей вставки, сечение державки, способ опоры резца) и работы по изысканию более эффективного режущего инструмента необходимо продолжить.

Исследование режимов работы комбайнов производилось при оснащении исполнительных органов резцами, обеспечивающими глубину срезаемой стружки до 50 мм (РКС-1) и до 60 мм (РКС-1с, S-40/75у, РКС-2 и КН-45 двойного вращения). Данные потребляемой мощности приводом, удельной энергоемкости разрушения и производительности исполнительного органа, приведенные к ширине захвата 0,8 м, от скорости подачи комбайна ЕДВ-300/760 с шагом расстановки 45 и 60 мм позволили установить:

- резцы РКС-2 и S-40/75у затупленные имеют твердую вставку 12 и 8 мм с углом заострения 120^0 и 60^0 соответственно. Из-за несовершенства геометрических параметров (режущая вставка, площадь соприкосновения державки с забоем), указанные резцы по сравнению с КН-45 являются более энергоемкими;
- расход резцов S-40/75у в 1,8—2 раза ниже, чем РКС-1 и по рациональным геометрическим параметрам не будут уступать по энергоемкости резцам РКС-1с;
- из рассмотренных типов резцов наилучшим по своим геометрическим параметрам является резец РКС-1с. К нему приближаются резцы КН-45 и S-40/75у самозатачивающийся (после 2—3 смен работы);

• расход резцов S-40/75у в 1,8—2 раза ниже, чем РКС-1с и в рациональных геометрических параметрах не будут уступать по энергоемкости резцам РКС-1с;

• резцы КН-45 ввиду усложнения конструкции (дополнительная втулка, двойное стопорение) и отсутствия явного преимущества по энергетическим показателям, практически не имеют перспективы;

• оснащение исполнительных органов очистных комбайнов резцами РКС-2 (заводское исполнение) является нецелесообразным, так как при скорости подачи 1,2—1,3 м/мин привод загружен до номинальной мощности и значительно возрастает усилие подачи (давление в подающей части свыше 120 бар). Поэтому при переходе на резцы с диаметром державки 32 мм необходимо учесть геометрические параметры резцов типа РКС-1с;

• применение удлиненных резцов S-40/75у, РКС-1с и РКС-1в, по сравнению с укороченными резцами РКС-1, позволило повысить производительность комбайна на 8,5%.

Исследования влияния шага расстановки резцов на режимы работы исполнительного органа комбайнов были проведены в лаве № 65 (пласт Второго горизонта, верхний сильвинитовый рудника 3 РУ) на комбайне ЕВ-200/230 и в лаве № 6а-2 (пласт Третьего горизонта рудника 4 РУ) на комбайне ЕДВ-300/760. На комбайне ЕВ-200/230 исследования были выполнены с резцами S-40/75у с шагом расстановки 40,45 и 52 мм, а на комбайне ЕДВ-300/760 — с шагом расстановки резцов на исполнительном органе 45 и 60 мм с резцами S-40/75у и с резцами РКС-1с — 60 мм.

Анализ полученных результатов показал:

• увеличение шага расстановки резцов с 40 до 52 мм позволило повысить производительность комбайна при загрузке привода до номинальной мощности 231 кВт на 4%;

• увеличение шага расстановки резцов с 45 до 60 мм на комбайне ЕДВ-300/760 также позволило повысить его производительность на 6%;

• резцы РКС-1с и S-40/75 с увеличением их шага расстановки практически не оказывают влияния на производительность.

Результаты исследования режимов работы комбайнов Электра-700, СЛ-300 и СЛ-300НЕ с шагом расстановки резцов 52 и 60 мм представлены в табл. 1.

Анализ полученных результатов исследований показывает, что для комбайнов Электра-700 и СЛ-300 можно рекомендовать схемы расстановки резцов на исполнительном органе 60 мм. Однако, из-за некачественных «кулаков» (л. 50 рудника 1 РУ) и выхода негабаритов (л. 15 рудника 4 РУ) предпочтение на данном этапе необходимо отдать шагу расстановки 52 мм.

Что же касается одношнекового комбайна СЛ-300НЕ, то предпочтение необходимо отдать шагу расстановки 45 мм из-за характерных конструктивных особенностей комбайна (короткая база, чувствительная электрическая подающая часть, повышенная скорость резания).

Исследования влияния шага расстановки резцов на гранулометрический состав отбиваемой руды были проведены на комбайнах ЕДВ-300/760 (лава 6а-2 рудника 4 РУ), СЛ-300 (лава 15 рудника 4 РУ) и Электра-700 (лава 50 рудника 1 РУ). Они показали, что переход с шага 45 на 60 мм позволяет снизить выход класса 1,0 на 0,6—1,6 %.

Результаты исследований режимов работы комбайнов

Тип комбайна	№ лавы, рудник	Тип резцов	Шаг расстановки, мм	Ширина захвата, м	Установленная зависимость	Скорость подачи при $N_{ном}$, м/мин	Производительность и.о., т/час	Удельная энергоемкость разруш., кВт/т
Электра-700	л.50 1 РУ	РКС-1в	60	0,81	$N=37,7+112,9V_П$	2,32	300	1,0
		S-40/75у	52	0,73	$N=47,3+111V_П$	2,28	266	1,13
СЛ-300	л.15 4 РУ	РКС-1	60	0,77	$N=82,7+82,6V_П$	2,63	352	0,85
			52	0,77	$N=61+106,3V_П$	2,25	301	1,0
СЛ-300НЕ	л.22 2 РУ	S-40/75у	60	0,75	$N=82,6+156,6V_П$	2,03	265,9	1,5
		РКС-1	60	0,78	$N=65,2+144,3V_П$	2,32	303,3	1,32
			45	0,77	$N=47,7+132,6V_П$	2,66	343,2	1,17

Исследование влияния ширины захвата исполнительного органа на скорость подачи комбайна производилось на комбайне ЕДВ-300/760 в лаве № 6а-2 рудника 4 РУ. Исследование заключалось в определении загрузки привода исполнительного органа при различных скоростях подачи комбайна с шириной захвата 0,53 и 0,77 м. Результаты исследований позволили установить зависимость потребляемой мощности от скорости подачи комбайна:

захват 0,53 м $N=21,5+106,9V_П$, кВт;

захват 0,77 м $N=64,8+109,1V_П$, кВт.

При загрузке привода исполнительного органа до номинальной мощности при захвате 0,53 и 0,77 м скорость подачи комбайна составит соответственно 3,35 м/мин (313,5 т/час) и 2,89 м/мин (392,5 т/час).

Увеличение ширины захвата в исследованном диапазоне позволило повысить производительность комбайна на 25 %. Это было достигнуто в основном за счет уменьшения объема добычи из кутковой зоны, где удельная энергоемкость разрушения значительно выше, чем в линейной зоне. Так, при захвате 0,53 м количество резцов в кутковой зоне составляет 10—12 резцов (по 3 резца в линии резания) и 7 резцов (1 в линии резания) в линейной. При захвате 0,77 м кутковая зона остается неизменной, а в линейной — 11 (1 в линии резания). За счет перераспределения объемов добычи из зон происходит повышение производительности с одновременным снижением скорости подачи при одинаковой загрузке привода исполнительного органа комбайна. Удельная энергоемкость разрушения калийной руды при этом составила 1,212 и 0,968 кВт×ч/т соответственно при захвате 0,53 и 0,77 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бренер В.А.* и др. Режимы работы комбайнов для добычи калийных руд. – М.: Недра, 1978. – 216 с.

2. *Комплексные* исследования процесса разрушения горных пород с целью разработки новых режущих инструментов для комбайнов в калийной промышленности. – Ленинград – Киев: Институт сверхтвердых материалов АН УССР, 1980.

3. *Калугин П.А., Морев А.Б.* Горные машины фирмы «АЙКХОФФ» на калийных рудниках Беларуси. – Минск: ГНПМП «Информпрогресс», 1993. – 110 с. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Захаров Ю.Н. – доктор технических наук, профессор, Московский государственный открытый университет,

Щерба Т.П. – кандидат технических наук (ЗАО «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», Беларусь, E-mail: ipr@sipr.by)

UDC 622.647.2

STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF A CUTTING DRUM OF A SHEARER

Zakharov Y.N., Moscow State Open University, Ph.D., Professor, e-mail: msou_energy@list.ru
Shcherba T.P., Closed Joint Stock Company "Soligorsk Institute for problems of resources savings with Pilot production", Ph.D., Belarus.

The article describes the studies of executive elements of cutter-loaders. The actual parameters of spacing of cutters on executive elements of cutter-loaders to be used in potash mines were determined directly in production headings.

The author analyzed the influence exerted by straight-line cutter spacing of executive elements of cutter-loaders on grain-size composition of broken ore and by cutting width of cutter-loaders on cutting feed rate. The conclusions are drawn and the recommendations on the cutter spacing are made.

The study shows that an increase of picks location spacing from 45 mm to 60 mm lets improve the ore's granulometric composition. The increase of web depth in the investigated range lets improve the capacity of a shearer by 25 per cent. An increase in capacity takes place while reducing the feed rate by the same charging of a drive of a cutting drum of a shearer by the reallocation of production volumes from side-draw zones to line zones.

Key words: *Cutting drum, picks, picks location spacing, cutting lines, type of operation, geometric parameters, web depth, side-draw and line zones.*

REFERENCES

1. *Brener V.A. et al.* Operating Regimes of Potash Cutter-Loaders. Moscow: Nedra, 1978. 216 p.
2. Integrated Research of Rock Destruction Process to Design New Cutting Tools for Potash Cutter-Loaders. Leningrad—Kiev: Institute of Superhard Materials of the USSR Academy of Sciences, 1980.
3. *Kalugin P.A., Morev A.B.* Eickhoff Shearers in Potash Mines in Belarus. Minsk: Informprogress, 1993. 110 p.