

УДК 622.23.054

## **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ РЯДА ИМИТАЦИОННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ РАБОТЫ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ОЧИСТНЫХ И ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ**

Бабарыкин А.В., аспирант гр. ГЭаз-171, II курс  
Шнайдемиллер Н.К., магистрант гр. КТМ-181, I курс  
Хорешок А. А., д.т.н., профессор  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

С середины прошлого века в СССР проводились обширные исследования в области определения рациональных параметров исполнительных органов (ИО) очистных и проходческих комбайнов. В рамках проведенных исследований были получены зависимости усилий на разрушающем инструменте, износа инструмента, сортности разрушаемой породы, мощности и другие зависимости, позволяющие определять геометрические, энергетические и кинематические параметры ИО машин для добычи полезных ископаемых и проведения подземных выработок. Результатами исследований стали отраслевые методики расчета и стандарты предприятий (например, ОСТ 12.44.258-84 [1] для очистных комбайнов и РД12.25.137-89 [2] для проходческих комбайнов избирательного действия), в основе которых значительное число эмпирических зависимостей, полученных по результатам шахтных наблюдений и замеров. К 90-м годам по социально-экономическим причинам объем исследований в этой области значительно сократился, при этом, несмотря на снижение общих объемов добычи угля, выросли нагрузки на очистные забои и темпы проходки. Увеличение эффективности разрушения горных пород достигнуто за счет активного применения импортной техники, оснащенной современными режущим инструментом, приводами ИО и материалами конструкций. Такие значительные изменения делают невозможным применения существующих эмпирических методик расчета, как для оценки возможностей работы комбайнов в конкретных горно-геологических условиях, так и для разработки новых конкурентоспособных решений. В то же время анализ зарубежных источников [3-5] показывает наличие ряда исследований в данной области, но применение их результатов также невозможно без верификации и оценки на конкретных горно-геологических условиях. Проблематичность достоверной оценки параметров работы ИО делает крайне затруднительным выявление недостатков в конструкциях и схемах набора ИО, оценку возможностей работы комбайнов и адаптацию для конкретных условий работы, а разработку новых конкурентоспособных решений делает практически невозможным.

Обозначенная проблема была выявлена и успешно решена методом имитационного моделирования в среде Matlab/Simulink в ходе проведения диссертационного исследования при создании ИО нового вида щитового проходческого агрегата – геохода [6,7]. Для решения поставленных задач целесообразно проведение поисковых исследований, а также наблюдение за работой, измерение и сбор основных рабочих параметров и горно-геологических условий для ряда проходческих и очистных машин, эксплуатируемых на шахтах Кузбасса. К основным параметрам относятся: тип, параметры и схемы набора режущего инструмента, геометрические и кинематические параметры ИО, мощность приводов ИО, компоновочные схемы машин, крепость и абразивность разрушаемых пород, мощность и углы падения пластов. Собранные и измеренные данные позволят сформировать блочные имитационные компьютерные модели для каждой из машин с единой библиотекой блоков. Так как современные импортные машины оборудованы системами диагностики, сбор рабочих параметров (мощность, частота вращения, скорость подачи, данные о периодах замены и поломках режущего инструмента и др.) возможен без проведения дополнительных замеров, основные параметры могут быть получены на шахтах в пунктах диспетчеризации или у механиков шахт. Собранные данные будут представлены в единой с разработанными моделями среде, что позволит произвести оценку корректности моделей, сделать выводы об адекватности моделей и корректности принятых при разработке допущений. В ходе анализа адекватности моделей, также будут рассмотрены различные зависимости для определения усилий на режущем инструменте и значения эмпирических коэффициентов, что позволит оценить применимость различных теорий разрушения горных пород для современных условий работы горных комбайнов. В случае, если ни одна из существующих зависимостей не позволит получить адекватные результаты моделирования, возможно применение блока нейронных сетей и обучения их на экспериментальных данных, полученных в шахтных условиях. Возможность использования нейронных сетей для моделирования процессов разрушения и переработки горных пород показана в ряде работ [8, с.677; 9]. Разработанные и верифицированные модели работы исполнительных органов будут использованы для проведения исследований при различных схемах набора режущего инструмента, типов режущих инструментов и их геометрических параметров, кинематических и мощностных параметрах работы ИО, горно-геологических условиях и физико-механических свойствах горных пород, а также для оценки возможной производительности комбайнов по условию эффективного разрушения пород. Результатом исследований станут рекомендации по обоснованию и выбору рациональных значений указанных параметров для различных горно-геологических условий эксплуатации. Основными направлениями использования результатов исследования являются ОКР по созданию новых конструкций ИО горных машин, а также адаптация существующих ИО под конкретные заданные горно-геологические условия, за счёт обоснования схем набора инструмента и выбора рациональных кинематических параметров. Разработанные и верифицированные блочные имитационные

компьютерные модели работы ИО очистных и проходческих комбайнов позволят: проводить исследования процессов разрушения горных пород; формировать рекомендации по совершенствованию конструкций существующего режущего инструмента и технические задания на разработку нового инструмента; обеспечивать оптимизацию по заданным параметрам при проведении ОКР по разработке конструкций ИО; сократить время и затраты на замену режущего инструмента за счёт определения рациональных параметров инструмента и схем набора; адаптировать схемы набора режущего инструмента для получения оптимальных параметров разрушения при заданных горно-геологических условиях; формировать и оценивать принципиально новые схемные решения ИО; совершенствовать узлы проходческих и очистных комбайнов, воспринимающие нагрузки от работы ИО, за счёт оценки и анализа равнодействующих усилий от разрушения горных пород; более точно оценивать возможную производительность очистных и проходческих забоев и совершенствовать технологические схемы работы; разрабатывать и отлаживать системы управления ИО при разработке современных отечественных очистных и проходческих машин.

#### **Список литературы:**

1. Комбайны очистные. Выбор параметров и расчет сил резания и подачи на исполнительных органах. Методика Отраслевой стандарт 12.44.258-84. - Взамен ОСТ 12.47.001-73; Введ. 01.01.86.- Изд. офиц. 107 с.
2. Методические указания. Комбайны проходческие со стреловидным исполнительным органом. Расчет эксплуатационной нагруженности трансмиссии исполнительного органа. РД12.25.137-89. Москва: Министерство угольной промышленности СССР, 1981.
3. Evans I. A theory of the cutting force for point-attack picks // Int. J. Min. Eng. 1984. Vol. 2, № 1. P. 63–71.
4. Nishimatsu Y. The mechanics of rock cutting // Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr. 1972. Vol. 9, № 2. P. 261–270.
5. Xuefeng L. et al. Investigation on the influence mechanism of rock brittleness on rock fragmentation and cutting performance by discrete element method // Measurement. 2018. Vol. 113. P. 120–130.
6. Ермаков, А.Н. Оценка коэффициента вариации крутящего момента на контурных исполнительных органах геолода/А.Н. Ермаков//Горное оборудование и электромеханика. -2016. -№ 8. -С. 25-29.
7. Ермаков, А.Н. Определение усилий на головной секции геолода от работы барабанного исполнительного органа //Сборник материалов VIII Всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая». -Кемерово: КузГТУ, 2016.
8. Darling P. SME Mining Engineering Handbook, Third Edition. SME, 2011. 1912 p.
9. Avunduk E., Tumac D., Atalay A.K. Prediction of roadheader performance by artificial neural network // Tunn. Undergr. Space Technol. 2014. Vol. 44. P. 3–9.