

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

УДК 622.232.83

РАЗРАБОТКА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ И ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СТРЕЛОВЫХ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ И БУРОШНЕКОВЫХ МАШИН

Маметьев Леонид Евгеньевич,

доктор техн. наук, профессор, e-mail: bau.asp@rambler.ru

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Аннотация: Обоснованы актуальные технологические и технические решения по реализации процессов разрушения, погрузки, транспортирования продуктов разрушения забоев проходческих выработок и горизонтальных скважин. Представлены результаты разработки сменных исполнительных органов к стреловым проходческим комбайнам избирательного действия с реверсивными дисковыми и режущими инструментами на многогранных призмах корпусов радиальных и аксиальных коронок. Предложены варианты конструктивного исполнения коронок с дисковым инструментом для проходческих комбайнов и комплектов бурошнекового инструмента к машинам горизонтального бурения, реализующим двухэтапную технологию проходки скважин. Сделаны выводы по влиянию вариантов конструкции исполнительных органов проходческих комбайнов и бурошнековых машин на напряженно-деформированное состояние сопрягаемых элементов и энергозатраты при проходке выработок и бурении скважин в забойных массивах с широким диапазоном физико-механических свойств, характерных при эксплуатации на горных и строительных предприятиях Кузбасса.

Ключевые слова: Проходческий комбайн, исполнительный орган, коронка, многогранные призмы, узел крепления, дисковый инструмент, забойный массив, разрушение, дробление, погрузка, транспортирование, горизонтальная скважина, расширитель, шнековый став, бурошнековая машина, подшипниковые опоры.

Из угледобывающих регионов Российской Федерации самым мощным поставщиком угля в 2014 г. является Кузнецкий бассейн (210,8 млн т). Горные предприятия добывают более половины (59 %) угля и 76 % углей коксующихся марок. При этом удельный вес угля из комплексно-механизированных забоев в Кузнецком бассейне в 2014 г. составил 86,7 %.

Среди угледобывающих предприятий Кузбасса первое место по производительности труда на одного рабочего занимает ОАО «СУЭК-Кузбасс» (391 т/чел.-мес. в 2013 г. и 406 т/чел.-мес. в 2014 г.). Производительность превысила среднюю по Кузбассу в 1,7–1,84 раза. В составе ОАО «СУЭК-Кузбасс» 9 шахт, на которых добыча угля составила: 24,582 млн т (2013 г.); 25,422 млн т (2014 г.); 29,7 млн т (план 2015 г). По итогам 2014 г. среднесуточная добыча угля на шахтах компании достигла 8895 т [1, 2].

Горно-подготовительные работы должны обеспечивать своевременную подготовку выемочных столбов при раскройке полей шахт. За 2014 г. в РФ проведено 359 км горных выработок, в том числе вскрывающих и подготавливающих – 292 км. Интенсификация проходческих работ на шахтах Кузбасса осуществляется путем использования проходческих комбайнов избирательного действия производства: ОАО «Копейский машиностроительный завод» (ОАО «КМЗ»), ПАО «Новокузнецкий машиностроительный завод», ООО «Яси-

новатский машиностроительный завод», ООО «Юргинский машиностроительный завод» ЗАО «Горловский машиностроитель», а также зарубежных фирм «Dосco», «Remag», «Sandvik», «Wirt», «DBT», «Joy». Зарубежные комбайны непрерывного действия фирм «Dосco», «Sandvik», «Wirt», «Joy» используются для проведения протяженных нарезных горных выработок в угольных пластах, предпочтительно с высотой, не превышающей мощность без изменения формы контура выработок.

Обобщенный диапазон ежемесячных темпов проведения выработок этими комбайнами составляет от 390 до 907 м/мес. Проходческие комбайны избирательного действия со стреловидными исполнительными органами, проигрывая по скорости проведения горных выработок комбайнам непрерывного действия, обладают, вместе с этим, способностью адаптироваться к разрушению структурно-неоднородных забойных массивов и к изменению формы, размеров сечения выработок.

Проектирование технологических схем проходческих работ необходимо осуществлять с учетом комплекса требований, изложенных в более 850 нормативных документах, регламентирующих параметры системы разработки угольных пластов, средства механизации подземных проходческих работ, способы и средства управления газовыделением и состоянием массива. Процессы подготовки выемочных столбов большой протяженности взаи-

мосвязаны с увеличением длины горных выработок, расположение которых и их параметры должны обеспечивать безопасное рабочее состояние в течение всего срока службы с минимальными затратами на проведение поддержания при минимальных потерях угля. Выбор рационального расположения выработок является важным условием, определяющим сложность и стоимость их проведения.

Для шахт ОАО «СУЭК-Кузбасс» разработаны модули проведения подготовительных выработок со следующими основными показателями: сечение выработок от 9,0 до 24,0 м²; глубина расположения выработок – не более 600; форма сечения выработок прямоугольная, трапециевидная; мощность пластов от 1,4 до 6,0 м; угол падения пластов до 20°. Модули технологических схем ориентированы на: длину выемочных столбов от 1000 до 4500 м; длину лав от 150 до 350 м; размеры целиков у монтажно-демонтажных камер от 15 до 80 м; расстояния между сбойками от 60 до 200 м; размеры охранных целиков от 10 до 35 м [3].

В наборе модулей проведения подготовительных выработок содержатся технологические схемы проходки одинорных и парных выработок, которые обеспечивают своевременное воспроизводство фронта очистных работ на шахтах.

Выбор средств механизации проходческих работ осуществляется с учетом положительного опыта использования зарубежного и отечественного оборудования в различных горно-геологических условиях шахт ОАО «СУЭК-Кузбасс».

Реализация типовых технологических схем на базе существующего парка проходческой техники обеспечивают достижения передовыми бригадами темпов проведения подготовительных выработок для комбайнов избирательного действия от 600 до 800 м/мес и для комбайнов непрерывного действия от 810 до 900 м/мес. Например, в апреле 2014 г. бригадой С. Авхимовича участка №2 шахты им. А.Д. Рубана был установлен новый рекорд угольной отрасли России по подготовке горных выработок комбайном КП-21 – за месяц коллектив прошел 853 м выработок [4].

В России и за рубежом ведутся интенсивные работы, направленные на изучение способов и средств повышения эффективности разрушения массива с высокими прочностными свойствами при снижении удельного расхода горного инструмента. Известно, что тангенциальные поворотные резцы по условиям работы подразделяются на легкие ($\sigma_{сж} = 10\text{--}20$ МПа), средние ($\sigma_{сж} = 30\text{--}40$ МПа), тяжелые ($\sigma_{сж} = 50\text{--}80$ МПа), сверхтяжелые ($\sigma_{сж} = 90\text{--}100$ МПа) [5].

Расход резцов существенно повышается при эксплуатации проходческого комбайна по крепким породам. По данным фирмы производителя «Dосco» расход резцов по песчанику в 100 раз больше, чем по углю (3 м³/резец для песчаника и 300 м³/резец для угля). С повышением крепости пород резко снижается ресурс комбайнов. Причем

на пределе допустимой по паспорту крепости пород ресурс снижается на порядок и использование комбайна, как правило, становится нецелесообразным [6].

В Горном институте Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева (КузГТУ) на кафедре горных машин и комплексов имеется опыт разработки, испытаний и совершенствования конструкций рабочих органов с различными типами породоразрушающего инструмента для буровых, очистных и проходческих горных машин [7–20].

По сравнению с режущим инструментом дисковый имеет более высокую износостойкость при разрушении забойных массивов в широком диапазоне физико-механических свойств. Результаты производственных испытаний показали, что по сравнению с режущим инструментом использование дисковых шарошек уменьшает: потребляемую мощность на 30–40 %, энергоемкость процесса разрушения на 25–40 % и удельный расход инструмента с 20–25 шт./1000 т до 1,19 шт./1000 т [8].

Несмотря на высокую стоимость и конструктивную сложность, длительность срока службы и сокращение затрат на замену позволяют ожидать положительный экономический эффект на этапах производства и эксплуатации, а также адаптировать дисковый инструмент к разрушению забойных массивов со сложной структурной неоднородностью.

Для определения эффективных границ области применения дисковых инструментов по прочности разрушаемого забойного массива исследования охватывают несколько основных этапов (рис. 1).

Исследования направлены на разработку перспективных идей и технических решений, обеспечивающих расширение области применения дискового инструмента для реализации реверсивных режимов работы исполнительными органами широкого парка выемочно-проходческих горных машин при эксплуатации в сложных горно-геологических условиях на шахтах объединения ОАО «СУЭК-Кузбасс».

Актуальность и обоснованность проблемы обеспечены результатами выполнения ряда хозяйственных работ учеными кафедры горных машин и комплексов КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева по техническому заданию производственников ОАО «СУЭК-Кузбасс» и НИР, в рамках выполнения базовой части государственного задания Минобрнауки России по проекту № 632 «Исследование параметров технологий и техники для выбора и разработки инновационных технических решений по повышению эффективности эксплуатации выемочно-проходческих горных машин в Кузбассе».

Предложены направления совершенствования конструкций исполнительных органов современных отечественных и зарубежных проходческих комбайнов избирательного действия, обеспечивающие совмещение процессов разрушения забойного массива с дроблением негабаритов в зоне отжи-

ма и транспортирования продуктов разрушения из призабойной зоны на приемный стол погрузочного устройства [13].

Дополнительно предложена для улучшения процессов зарубки, пылегашения и герметизации узлов крепления дискового инструмента на многогранных призмах рабочих органов выемочно-проходческих горных машин реализация оригинальных технических решений в виде патентов РФ: 2455486, 128898, 134586, 136086, 138704, 141339, 146845, 149617, 152701.

Для адаптации унифицированных конструкций узлов крепления модульных блоков дискового ин-

струмента на трехгранных призмах к рабочим органам очистных и проходческих комбайнов предложено базовое техническое решение по патенту РФ 149617. Варианты конструктивного исполнения представлены на рис. 2, а их реализация расширяет эксплуатационные возможности путем использования реверсивных режимов работы, выбора рациональных схем набора дискового инструмента с погрузочными трехгранными призмами и улучшение условий ремонта, монтажно-демонтажных операций в очистных и проходческих призабойных пространствах.



Рис. 1. Обоснование этапов моделирования напряженного состояния конструктивных блоков дискового инструмента на стреловых проходческих комбайнах

Реверсивный рабочий орган очистного комбайна (рис. 2, а) включает в себя ступицу с корпусом 1, выполненным в виде многогранной призмы. К каждой грани корпуса 1 жестко прикреплены направляющие 2 с боковыми зубчатыми рейками, к которым с определенным шагом относительно друг друга прикреплены опоры 3 П-образной формы кутковых 4 и линейных 5 трехгранных призм с дисковыми инструментами 6.

Реверсивный рабочий орган проходческого комбайна (рис. 2, б) включает в себя ступицу с корпусом 1, выполненным в виде многогранной пирамиды. К каждой грани корпуса 1 жестко прикреплены направляющие 2 с боковыми зубчатыми рейками, к которым с определенным шагом относительно друг друга прикреплены опоры 3 П-образной формы трехгранных призм 4 с дисковыми инструментами 5.

Так как исторически проходческие комбайны избирательного действия со стреловыми телескопи-

ческими исполнительными органами создавались с возможностями забуривания или боковой зарубки в забойные массивы горных пород для последующего поперечного циклического разрушения всего сечения проводимых горных выработок, то предпринимались попытки использования проходческого комбайна в режиме бурошнековой машины [21]. Для развития этого направления целесообразно использовать результаты исследований научной школы, созданной на кафедре горных машин и комплексов КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева профессором М.С. Сафохиным, по разработке и развитию бурошнековых технологий, машин и инструмента (А.С. СССР: 1513090, 1613560, 1701903; патенты РФ: 2026977, 144475).

Эффективность бурошнекового способа проходки горизонтальных скважин в значительной степени зависит от правильного выбора технологической схемы, бурошнекового оборудования и контрольно-

информационной системы направленности процесса бурения.

В производственных условиях длина скважины обычно определяется границами препятствия, через которые необходимо пробурить подземные скважины-переходы проектной длины и заданного направления. Такой процесс бурения принято называть стесненным в рабочем пространстве, ограниченном жилыми и производственными постройками, автомобильными дорогами, пешеходными тротуарами, природоохранными зонами и другими препятствиями. Областью применения направленных горизонтальных и слабонаклонных скважин являются процессы и оборудования для бестраншейной прокладки жизнеобеспечивающих инженерных подземных коммуникаций различного назначения (водоводы, газопроводы, канализационные сети, телефонные и электрические кабельные сети, выработки для эвакуации людей из разрушенных зданий и помещений).

Применение при горизонтальном бурении шнекобурового инструмента без колонны инвентарных обсадных труб не обеспечивает заданную направленность буримых скважин, а достижимая длина буримых скважин не превышает 30-35м [22].

Размещение бурошнекового инструмента внутри колонны обсадных труб и использование двухэтапной технологии, позволяет увеличить диаметр буримых скважин в диапазоне от 540 до 1740 мм и длину скважин от 50 до 80м.

Двухэтапная технологическая схема проходки горизонтальных скважин большого диаметра, реализуемая путем первоначального бурения пионерной скважины с последующим разбуриванием до требуемого диаметра расширителями обратного хода, является перспективной и конкурентоспособной. Проведение горизонтальных скважин по такой технологии позволяет не только уменьшить энерговооруженность и габариты оборудования, но так же

повысить унификацию бурошнековых машин и снизить номенклатуру бурового инструмента и устройств.

Двухэтапная технология проходки горизонтальных скважин большого диаметра, реализуемая путем первоначального бурения пионерной скважины с последующим разбуриванием до требуемого диаметра расширителями обратного хода, является перспективной и конкурентоспособной. Проведение горизонтальных скважин по такой технологии позволяет не только уменьшить энерговооруженность и габариты оборудования, повысить унификацию бурошнековых машин и снизить номенклатуру бурового инструмента и устройств. При этом суммарная продолжительность времени чистого бурения по двухэтапной технологии не превышает продолжительность бурения скважины по одноэтапной технологии. Кроме того, чем больше диаметр скважины, разбуриваемой обратным ходом, тем меньше трудоемкость и энергозатраты [23].

Дальнейшая оптимизация энергозатрат на осуществление технологии двухэтапного бурения, получившая актуальность в последнее время, предполагает работу в составе бурошнекового комплекса информационной системы контроля положения его конструктивных элементов, решающей в автоматическом режиме следующие задачи:

- тщательный контроль при реализации первого этапа бурения направленности пионерной скважины, предопределяющей энергоемкость второго этапа;
- предотвращение врезания в стенки скважины торцевой поверхности обсадной колонны, протягиваемой с помощью прицепного устройства расширителя обратного хода;
- эффективная работа комплекта датчиков информационной системы без изменения конструкций узлов и деталей бурошнекового оборудования.

Реализация поставленных задач представляет определенную сложность. В основе датчиков поло-

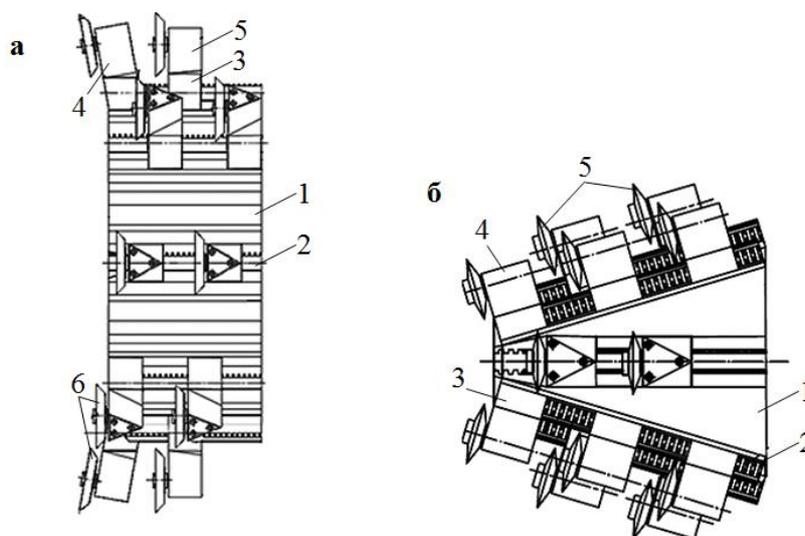


Рис. 2. Конструктивные схемы реверсивных рабочих органов с дисковым инструментом на реечно-проволочных узлах крепления: а – к многогранной ступице-призме для очистного комбайна; б – к многогранному корпусу-пирамиде для проходческих комбайнов

жения заложены платы с микроэлектромеханическими гироскопами. Многочисленность требуемых датчиков определяется сложным составом бурового комплекса и служебным назначением каждого конструктивного элемента, его влиянием на направленность проходки прямым ходом пионерной скважины, а затем и скважины, разбуриваемой обратным ходом до требуемого диаметра (рис. 3). Это предопределяет, в том числе и необходимость автономного питания.

Проблема заключается в необходимости передачи сигналов датчиков по беспроводным каналам, что составляет определенную техническую сложность при работе в стесненном рабочем пространстве котлованов (а возможно и в грунте), при явном наличии помех, вызываемых электрическими компонентами приводов бурового комплекса.

С учетом вышесказанного примерный укрупненный алгоритм работы информационной системы для бурового комплекса, работающего по технологии двухэтапного бурения, представленной на схеме (рис. 3), может быть описан следующим образом:

1. Получение системой исходных сигналов с датчиков 1, совместно работающих с оптическими приборами, после установления теодолитной оси пионерной скважины.

2. Преобразование параметров, полученных после обработки системой, для использования при установке на глубине H и в пространстве рабочего котлована 2 с размерами $L_{р.к.} \times B_{р.к.}$ постельной рамы 3 бурового комплекса с размерами $L_{п.р.} \times B_{п.р.}$ при активном использовании сигналов с датчиков 4,

расположенных непосредственно на ней, с целью выработки управляющих воздействий для корректировки ее положения.

3. Монтаж на постельной раме и в ее контуре бурового комплекса 5 длиной $L_{б.м.}$ и бурового инструмента 6 длиной $L_{б.и.}$ для бурения пионерной скважины 7 диаметром $d_{п.с.}$ на высоте h_1 от дна рабочего котлована. При этом для корректировки процесса активно используются сигналы с датчиков 8 на машине и датчиков 9 на инструменте.

4. Бурение пионерной скважины длиной $L_{п.п.}$ прямым ходом с контролем направленности при использовании сигналов с датчиков 9 бурового инструмента, а также датчиков 10 на опорноцентрирующем устройстве 11 лафетного типа, находящемся в пространстве приемного котлована 12 с размерами $L_{р.к.} \times B_{р.к.}$ и которое в дальнейшем используется для забуривания расширителя обратного хода 13 на высоте h_2 от дна приемного котлована.

5. Разбуривание скважины 14 до диаметра D_p обратным ходом, совмещенное с протаскиванием обсадной колонны, последовательно соединяемой из секций 15 длиной $L_{с.к.}$. При этом активно используются сигналы с датчиков 16 на прицепном устройстве расширителя обратного хода и датчиков 17 на секции обсадной колонны с целью снижения осевого усилия на валу бурового инструмента, вызванного консольным приложением к валу прицепного устройства расширителя веса протаскиваемой обсадной колонны, предотвращения врезания торцевой поверхности обсадной колонны в лежащую стенку скважины.

При условии реализации вышеприведенного ал-

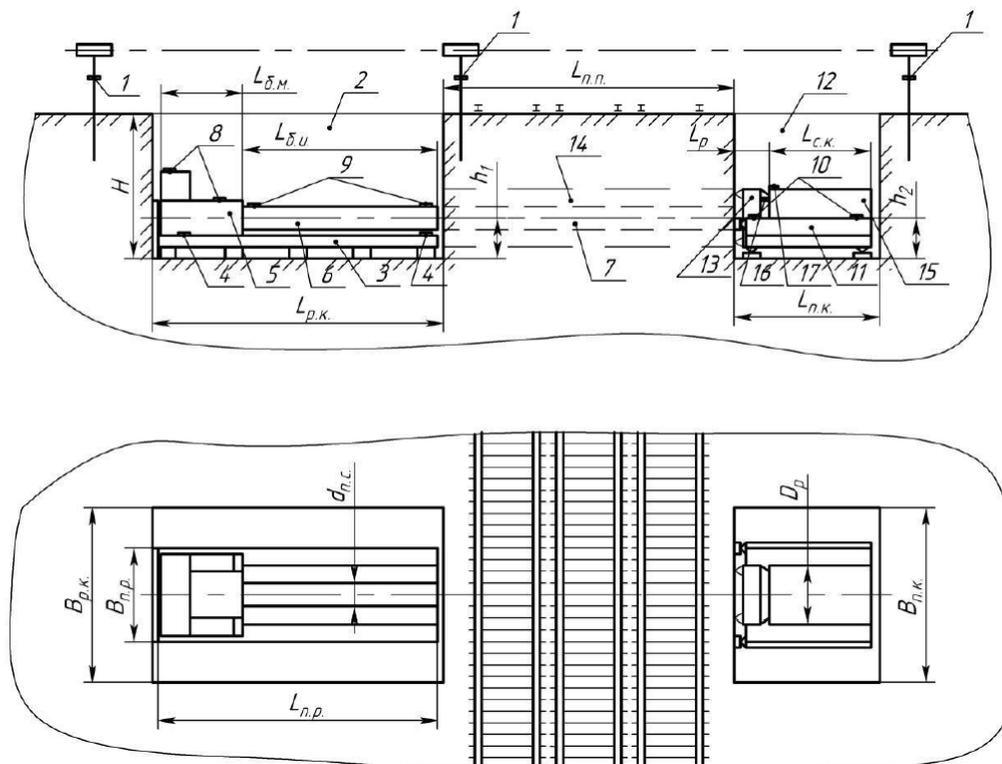


Рис. 3. Схема двухэтапного бурения горизонтальной скважины в условиях стесненного рабочего пространства

горитма информационная система позволит повысить точность задания направленности оси буримой скважины, во-первых, на этапе монтажа бурошнековой машины и инструмента для проходки пионерной скважины.

Во-вторых, на этапе старта разбуривания скважины информационная система способствует повышению точности установки забуривающегося с опорно-центрирующего устройства расширителя обратного хода и соединенной с ним прицепным устройством секции обсадной колонны.

В третьих, в процессе разбуривания скважины информационная система осуществляет непрерывный контроль соосности и взаимного расположения расширителя обратного хода и связанной с ним прицепным устройством наращиваемой колонны обсадных труб. Последний этап, однако, при общем соблюдении условия конструктивной неизменности

основных узлов и деталей бурошнекового оборудования, требует создания новых технических решений вспомогательных (прицепных, опорно-якорных) устройств, приспособленных для работы датчиков разрабатываемой информационной системы.

Таким образом, результаты исследования и создания бурошнекового инструмента для бурения пионерных скважин целесообразно реализовать как базовые решения для оснащения проходческих комбайнов избирательного действия с телескопическими стреловыми исполнительными органами, содержащими радиальные реверсивные коронки с дисковым инструментом, при забуривании опережающих многофункциональных технологических горизонтальных и слабонаклонных скважин, облегчающих процессы проведения горных выработок в структурно-неоднородных забойных массивах

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2014 года / Таразанов И.Г. // Уголь. – 2015. – № 3. – С. 56–71.
2. Хорешок, А.А. Выбор технологических схем и оборудования для отработки угольных пластов на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс» / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, В.И. Нестеров, А.Ю. Борисов // Горное оборудование и электромеханика. – 2015. – № 5. – С. 3–10.
3. Технологические схемы подготовки и отработки выемочных участков на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс»: Альбом / В.Н. Демура, В.Б. Артемьев, С.В. Ясоченя [и др.]. – М.: Горное дело ООО «Киммерийский центр», 2014. – 256 с. – (Библиотека горного инженера. Т. 3 «Подземные горные работы». Кн. 12).
4. Обеспечение безопасности при интенсивной разработке пластов на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс» / Ютяев Е.П. // Горная промышленность. – 2015. – № 1. – С. 18–22.
5. Производство и эксплуатация разрушающего инструмента горных машин : монография / Хорешок А.А., Маметьев Л.Е., Цехин А.М., Борисов А.Ю., Бурков П.В., Буркова С.П., Крестовоздвиженский П.Д. ; Юрг. технолог. ин-т – Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2013. – 296 с.
6. Габов В.В. Особенности эксплуатации проходческих комбайнов на шахтах ОАО «Воркутауголь» / В.В. Габов, Д.А. Задков, Ю.В. Лыков, А.И. Гуримский, С.И. Шпилько // Горное оборудование и электромеханика. – 2008. – № 12. – С. 2–6.
7. Маметьев Л.Е. Обоснование и разработка способов горизонтального бурения и оборудования бурошнековых машин: Автореф. дис...докт. техн. наук / Л.Е. Маметьев. – Кемерово, 1992. – 33с.
8. Силкин А.А. Исследование и совершенствование рабочего органа комбайна для добычи песчано-глинистых руд с твердыми включениями: Дис. ...канд. техн. наук / А.А. Силкин. – Кемерово, 1983. – 207 с.
9. Хорешок А.А. Перспективы применения дискового инструмента для коронок проходческих комбайнов / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, В.В. Кузнецов, А.Ю. Борисов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2010. – № 1. – С. 52–54.
10. Хорешок А.А. Совершенствование конструкции продольно-осевых коронок проходческого комбайна избирательного действия / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.Ю. Борисов, С.Г. Мухортиков // Горное оборудование и электромеханика. – 2010. – № 5. – С. 2–6.
11. Хорешок А.А. Опыт эксплуатации рабочего инструмента исполнительных органов горных машин на шахтах Кузбасса / А.А. Хорешок, А.М. Цехин, В.В. Кузнецов, А.Ю. Борисов, П.Д. Крестовоздвиженский // Горное оборудование и электромеханика. – 2011. – № 4. – С. 8–11.
12. Хорешок А.А. Прогнозирование максимального объема разрушенного материала дисковым инструментом / А.А. Хорешок, В.В. Кузнецов, А.Ю. Борисов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 9. – С. 299–304.
13. Нестеров В.И. Исполнительный орган проходческого комбайна для совмещения процессов разрушения забоя с дроблением негабаритов и погрузкой горной массы / В.И. Нестеров, Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2012. – № 3. – С. 112–117.
14. Маметьев Л.Е. Тенденции формирования парка проходческих комбайнов на шахтах Кузбасса / Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2013. – № 2. – С. 14–16.
15. Маметьев Л.Е. Совершенствование конструкций узлов крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов, А.В. Воробьев // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2014. – № 1. – С. 3–5.

16. Маметьев Л.Е. Разработка устройства пылеподавления для реверсивных коронок проходческих комбайнов / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2014. – № 3. – С. 17–21.

17. Маметьев Л.Е. Улучшение процессов монтажа и демонтажа узлов крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов / Л.Е. Маметьев, А.Ю. Борисов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2014. – № 4. – С. 23–26.

18. Маметьев Л.Е. Направление повышения зарубежной способности исполнительных органов проходческих комбайнов с аксиальными коронками / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2014. – № 5. – С. 21–24.

19. Хорешок А.А. Устройства для улучшения процессов зарубки исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Горное оборудование и электромеханика. – 2014. – № 4. – С. 11–16.

20. Хорешок А.А. Адаптация узлов крепления дискового инструмента исполнительных органов проходческих комбайнов к монтажу и демонтажу / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Горное оборудование и электромеханика. – 2014. – № 7. – С. 3–8.

21. Хорешок А.А. Устройства реализации буровых операций стреловидными исполнительными органами проходческих комбайнов / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.Ю. Борисов // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2010 : материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 28–29 окт. 2010 г. / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2010. – Т. 1. – С. 167–170.

22. Маметьев Л.Е. Разработка требований к информационной системе контроля направленности бурения горизонтальных скважин / Л.Е. Маметьев, О.В. Любимов, Е.А. Маметьев, К.Д. Пономарев // Современные тенденции развития науки и производства : сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 15–16 янв. 2015 г. / ООО «ЗапСибНЦ». – Кемерово, 2015. – С. 12–15.

23. Маметьев Л.Е. Укрупненный алгоритм работы системы контроля положения конструктивных элементов бурового комплекса при двухэтапном бурении / Л.Е. Маметьев, О.В. Любимов, Е.А. Маметьев, К.Д. Пономарев // Научно-технический прогресс: Актуальные и перспективные направления будущего : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 26–27 марта 2015 г. Т.1./ ООО «ЗапСибНЦ». – Кемерово, 2015. – С. 7–9.

Поступило в редакцию 23.08.2015

UDC 622.232.83

DEVELOPMENT OF EFFECTORS AND TOOLS FOR BOOM-TYPE ROADHEADERS AND AUGER MACHINES

Mametyev Leonid E.,

Dr. Sc. (Engineering), professor, e-mail: bau.asp@rambler.ru

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Abstract. Justified relevant technological and technical solutions for the implementation of processes of destruction, loading, transportation of products of destruction of the faces of the tunnel excavation and horizontal wells. Results of development of exchangeable effectors to boom-type roadheaders selective action with reversing disk tools and cutters on the multifaceted prism housings radial and axial crowns. The proposed design variants crowns with a disc tool for roadheaders and sets auger tool for horizontal drilling machines, implements a two-stage technology of drilling of wells. The findings on the impact of the design options of the effectors of roadheaders and auger machines on the stress-strain state of the mating elements and the energy consumption during the driving of mine workings and drilling in the down-hole arrays with a wide range of physical and mechanical properties characteristic of the operation of mining and construction enterprises of Kuzbass.

Keywords: roadheader, effector, crown, polygonal prism, mount, disk tool, down-hole array, destruction, crushing, loading, transportation, horizontal well, extender, screw becoming, auger machine, support bearing.

REFERENCES

1. Itogi raboty ugol'noy promyshlennosti Rossii za yanvar'-dekabr' 2014 goda / Tarazanov I.G. // Ugol'. – 2015. – № 3. – pp. 56–71. (rus)
2. Khoreshok, A.A. Vybora tekhnologicheskikh skhem i oborudovaniya dlya otrabotki ugol'nykh plastov na shakhtakh OAO "SUEK-Kuzbass" / A.A. Khoreshok, L.E. Mamet'ev, A.M. Tsekhin, V.I. Nesterov, A.Yu. Borisov // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2015. – № 5. – pp. 3–10. (rus)

3. Tekhnologicheskie skhemy podgotovki i otrabotki vyemochnykh uchastkov na shakh-takh OAO "SUEK-Kuzbass": Al'bom / V.N. Demura, V.B. Artem'ev, S.V. Yasyuchenya [i dr.]. – M.: Gornoe delo OOO "Kimmeriyskiy tsentr", 2014. – 256 p.: tabl., il. – (Biblioteka gornogo inzhenera. T. 3 "Podzemnye gornye raboty". Kn. 12). (rus)
4. Obespechenie bezopasnosti pri intensivnoy razrabotke plastov na shakhtakh OAO «SUEK-Kuzbass» / Yutyaev E.P. // Gornaya promyshlennost'. – 2015. – № 1. – pp. 18–22. (rus)
5. Proizvodstvo i jekspluatatsiya razrushajushhego instrumenta gornyh mashin : monografiya / Horeshok A.A., Mamet'ev L.E., Tsekhin A.M., Borisov A.Yu., Burkov P.V., Burkova S.P., Krestovozdvizhenskij P.D. ; Jurg. tehnolog. in-t – Tomsk : Izd-vo Tom. politehn. un-ta, 2013. – 296 p. (rus)
6. Gabov, V.V. Osobennosti jekspluatatsii prohodcheskih kombajnov na shahtah OAO «Vorkutaugol» / V.V. Gabov, D.A. Zadkov, Ju.V. Lykov, A.I. Gurimskij, S.I. Shpil'ko // Gornoe oborudovanie i jelektromekhanika. – 2008. – № 12. – pp. 2–6. (rus)
7. Mamet'ev, L.E. Obosnovanie i razrabotka sposobov gorizontalnogo burenija i oborudovaniya buroshnekovykh mashin: Avtoref. dis...dokt. tehn. nauk / L.E. Mamet'ev. – Kemerovo, 1992. – 33 p. (rus)
8. Silkin, A.A. Issledovanie i sovershenstvovanie rabocheho organa kombajna dlja dobychi peschano-glinistykh rud s tverdymi vkljucheniymi: Dis. ...kand. tehn. nauk / A.A. Silkin. – Kemerovo, 1983. – 207 p. (rus)
9. Khoreshok, A.A. Perspektivy primeneniya diskovogo instrumenta dlya koronok prokhodcheskikh kombajnov / A.A. Khoreshok, L.E. Mamet'ev, V.V. Kuznetsov, A.Yu. Borisov // Bulletin KuzSTU. – 2010. – № 1. – pp. 52–54. (rus)
10. Khoreshok, A.A. Sovershenstvovanie konstruktssii prodol'no-osevykh koronok prokhodcheskogo kombayna izbiratel'nogo deystviya / A.A. Khoreshok, L.E. Mamet'ev, A.Yu. Borisov, S.G. Mukhortikov // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2010. – № 5. – pp. 2–6. (rus)
11. Khoreshok, A.A. Opyt ekspluatatsii rabocheho instrumenta ispolnitel'nykh organov gornyx mashin na shakhtakh Kuzbassa / A.A. Khoreshok, A.M. Tsekhin, V.V. Kuznetsov, A.Yu. Borisov, P.D. Krestovozdvizhenskij // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2011. – № 4. – pp. 8–11. (rus)
12. Khoreshok, A.A. Prognozirovaniye maksimal'nogo ob"ema razrushennogo materiala diskovym instrumentom / A.A. Khoreshok, V.V. Kuznetsov, A.Yu. Borisov // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. – 2011. – № 9. – pp. 299–304. (rus)
13. Nesterov, V.I. Ispolnitel'nyy organ prokhodcheskogo kombayna dlya sovmeshcheniya protsessov razrusheniya zaboya s drobлением negabaritov i pogrutzkoy gornoy massy / V.I. Nesterov, L.E. Mamet'ev, A.A. Khoreshok, A.Yu. Borisov // Bulletin KuzSTU. – 2012. – № 3. – pp. 112–117. (rus)
14. Mamet'ev, L.E. Tendentsii formirovaniya parka prokhodcheskikh kombajnov na shakhtakh Kuzbassa / L.E. Mamet'ev, A.M. Tsekhin, A.Yu. Borisov // Bulletin KuzSTU. – 2013. – № 2. – pp. 14–16. (rus)
15. Mamet'ev L.E. Sovershenstvovanie konstruktssiy uzlov krepleniya diskovogo instrumenta na koronkakh prokhodcheskikh kombajnov / L.E. Mamet'ev, A.A. Khoreshok, A.Yu. Borisov, A.V. Vorob'ev // Bulletin KuzSTU. – 2014. – № 1. – pp. 3–5. (rus)
16. Mamet'ev, L.E. Razrabotka ustrojstva pylepodavleniya dlya reversivnykh koronok prokhodcheskikh kombajnov / L.E. Mamet'ev, A.A. Khoreshok, A.M. Tsekhin, A.Yu. Borisov // Bulletin KuzSTU. – 2014. – № 3. – pp. 17–21. (rus)
17. Mamet'ev, L.E. Uluchshenie protsessov montazha i demontazha uzlov krepleniya diskovogo instrumenta na koronkakh prokhodcheskikh kombajnov / L.E. Mamet'ev, A.Yu. Borisov // Bulletin KuzSTU. – 2014. – № 4. – pp. 23–26. (rus)
18. Mamet'ev, L.E. Napravlenie povysheniya zarubnoy sposobnosti ispolnitel'nykh organov prokhodcheskikh kombajnov s aksial'nymi koronkami / L.E. Mamet'ev, A.A. Khoreshok, A.Yu. Borisov // Bulletin KuzSTU. – 2014. – № 5. – pp. 21–24. (rus)
19. Khoreshok A.A. Ustrojstva dlya uluchsheniya protsessov zarubki ispolnitel'nykh organov prokhodcheskikh kombajnov izbiratel'nogo deystviya / A.A. Khoreshok, L.E. Mamet'ev, A.M. Tsekhin, A.Yu. Borisov // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2014. – № 4. – pp. 11–16. (rus)
20. Khoreshok, A.A. Adaptatsiya uzlov krepleniya diskovogo instrumenta ispolnitel'nykh organov prokhodcheskikh kombajnov k montazhu i demontazhu / A.A. Khoreshok, L.E. Mamet'ev, A.M. Tsekhin, A.Yu. Borisov // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2014. – № 7. – pp. 3–8. (rus)
21. Khoreshok, A.A. Ustrojstva realizacii burovykh operacij strelovidnymi is-polnitel'nymi organami prohodcheskih kombajnov / A.A. Khoreshok, L.E. Mamet'ev, A.Yu. Borisov // Prirodnye i intellektual'nye resursy Sibiri. Sibresurs 2010 : materialy XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Kemerovo, 28–29 okt. 2010 / GU KuzGTU. – Kemerovo, 2010. – T. 1. – pp. 167–170. (rus)
22. Mamet'ev, L.E. Razrabotka trebovaniy k informacionnoj sisteme kontrolja napravlennosti burenija gorizont'al'nykh skvazhin / L.E. Mamet'ev, O.V. Ljubimov, E.A. Mamet'ev, K.D. Ponomarev // Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i proizvodstva : sb. materialov II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Kemerovo, 15–16 janv. 2015. / OOO «ZapSibNC». – Kemerovo, 2015. – pp. 12–15. (rus)
23. Mamet'ev, L.E. Ukрупnennyj algoritm raboty sistemy kontrolja polozheniya konstruktivnykh jelementov bu-roshnekovogo kompleksa pri dvuhjetapnom burenii / L.E. Mamet'ev, O.V. Ljubimov, E.A. Mamet'ev, K.D. Ponomarev // Nauchno-tehnicheskij pro-gress: Aktual'nye i perspektivnye napravlenija budushhego : sb. materialov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Kemerovo, 26–27 marta 2015. T.1./ OOO «ZapSibNC». – Kemerovo, 2015. – pp. 7–9. (rus)

ISSN 1999-4125

ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

5-15

65 лет

КУЗБАССКОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ
ТЕХНИЧЕСКОМУ УНИВЕРСИТЕТУ
имени Т. Ф. Горбачева



ЦЕНИМ ПРОШЛОЕ. СТРОИМ БУДУЩЕЕ!

ВЕСТНИК

КУЗБАССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№5 (111), 2015

Основан в 1997 году
Выходит 6 раз в год
ISBN 5-89070-074-X

Редакционная коллегия:

Ковалев В. А., гл. редактор, д.т.н. (РФ)
Тайлаков О. В., зам. гл. ред., д.т.н. (РФ)
Блюменштейн В. Ю., д.т.н. (РФ)
Голофастова Н. Н., к.э.н. (РФ)
Зникина Л. С., д.п.н. (РФ)
Исмагилов З. Р., член-корреспондент
РАН, д.т.н. (РФ)
Каширских В. Г., д.т.н. (РФ)
Клишин В. И., член-корреспондент
РАН, д.т.н. (РФ)
Клубович В. В., академик НАН Белору-
си, д.т.н. (Беларусь)
Колесников В. Ф., д.т.н. (РФ)
Конторович А. Э., академик РАН, д.т.н.
(РФ)
Коротков А. Н., д.т.н. (РФ)
Мазикин В. П., д.т.н. (РФ)
Мальшев Ю. Н., академик РАН, д.т.н.
(РФ)
Маметьев Л. Е., д.т.н. (РФ)
Першин В. В., д.т.н. (РФ)
Петрик П. Т., д.т.н. (РФ)
Ренев А. А., д.т.н. (РФ)
Смирнов А. Н., д.т.н. (РФ)
Трубчанинов А. Д., к.т.н. (РФ)
Углянища А. В., д.т.н. (РФ)
Федяев М. Ю., к.т.н. (РФ)
Хямяляйнен В. А., д.т.н. (РФ)
Цзяо Ви-го, д.т.н. (Китай)
Черкасова Т. Г., д.т.н. (РФ)
Шевченко Л. А., д.т.н. (РФ)
Юй Шен-вэнь, д.т.н. (Китай)

Кемерово

© Кузбасский государственный
технический университет имени
Т.Ф. Горбачева, 2015

ISSN 1999-4125

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

- Черданцев Н. В., Черданцев С. В. Исследование состояния массива
горных пород в окрестности выработки, пройденной вблизи геоло-
гического нарушения 3
- Простов С. М., Никулин Н. Ю. Георадиолокационный мониторинг
при укреплении грунтовых оснований горнотехнических сооружений
в Кузбассе 11
- Варфоломеев Е. Л., Борисов И. Л., Михайлов А. Ю. Выбор горно-
шахтного оборудования для очистных и подготовительных забоев
участка Увального 1-4 Терсинского геолого-экономического района 19
- Хямяляйнен В. А. Развитие инъекционных способов уплотнения мас-
сивов горных пород в Кузбассе 25
- Свирко С. В., Ренев А. А. Особенности смещения точек подрабатывае-
мой земной поверхности высокоскоростными очистными забоями
при отработке полого-наклонных угольных пластов Кузбасса 32
- Катанов И. Б., Скачилов П. Г. Совершенствование конструкции
скважинного заряда с пеногелевой забойкой 43
- Копытов А. И., Башков В. И. Отработка участка «Подрусловый»
Шерегешевского месторождения в условиях удароопасности 47
- Шевченко Л. А. Совершенствование метода расчета дебита газа в
длинные скважины при направленном бурении 53

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

- Маметьев Л. Е. Разработка исполнительных органов и инструмента
для стреловых проходческих комбайнов и бурошнековых машин ... 56
- Клишин В. И., Герике Б. Л., Герике П. Б. Профилактическое обслу-
живание буровых станков: преимущества и перспективы 64

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

- Смирнов А. Н., Абабков Н. В. Экспертиза промышленной безопасно-
сти и ресурс оборудования ТЭК Кузбасса 70
- Дворников Л. Т., Перетьяко В. Н., Егоров В. Ф. Распределение
нагрузок в системах при параллельно взаимодействующих элементов 78

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- Ещин Е. К. Моделирование несимметрии трехфазного асинхронного
электродвигателя в MATLAB SIMULINK 81
- Егоров В. Ф., Дворников Л. Т., Перетьяко В. Н. Метод и критерии
оценки неравномерности нагрузок 91
- Каширских В. Г. Определение параметров асинхронных электродви-
гателей в процессе их работы 96
- Семькина И. Ю., Григорьев А. В. Обеспечение точностных харак-
теристик датчиков тока с разомкнутым некольцевым магнитопро-
водом 103
- Пузачёв Е. В., Иванов А. С., Нусратов П. Р., Иванов В. С., Корнеев В. А.
Энергосберегающий асинхронный электропривод 111

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Черкасова Т. Г. Закономерности формирования полимерных и ост-
ровных структур в гетерометаллических системах с инертными
комплексными анионами и катионами переходных металлов и
ланганоидов(iii)..... 116
- Федорова Н. И., Заостровский А. Н., Зубакина В. А., Исмагилов З. Р.
Химико-технологические свойства коксующихся углей Кузбасса 121
- Федорова Н. И., Заостровский А. Н., Исмагилов З. Р. Физико-
химические свойства низкотемпературноизготовленных длиннопламенных
углей Кузбасса 126
- Сикачина А. А. Использование аминополикарбонатов и аминополи-
фосфонатов как биоцидов и ингибиторов микробиологической кор-
розии, порождаемой *desulfovibrionessulfuricans* 131

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

- Пимонов А. Г., Шигина А. А. Математическое моделирование про-
цесса функционирования системы «буровой станок – шарошечное
долото – горная порода» в условиях неопределенности 138
- Бирюков А. В., Дягилева А. В. Гранулометрический анализ фотопла-
нограмм неоднородных дисперсных систем 145

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Дочкин С. А.* Автоматизированные системы планирования учебного процесса вуза: существенные проблемы внедрения 148
- Карабибер С. В., Рогова Т. Б., Шакеин С. В.* Программное обеспечение оценки подобию сечений топографических поверхностей показателей качества угля 154
- Киренберг А. Г., Колесников О. М.* Повышение качества работы уличных сетей WI-FI..... 159

ЭКОЛОГИЯ

- Клейн М. С., Вахонина Т. Е.* Условия эффективного использования отработанных минеральных масел в составе собирателей для флотации угольных шламов..... 163

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Фридман Ю. А., Речко Г. Н., Пимонов А. Г.* Оценка влияния уровня инновационности развития сырьевой отрасли на конкурентоспособность региона 167
- Фридман Ю. А., Речко Г. Н., Оськина Н. А.* Бизнес в Кузбассе: региональные институты развития 179
- Шевченко И. Л.* Экологическая ответственность в практике корпоративного управления крупнейших российских компаний 190
- Блам Ю. Ш., Бабенко Т. И., Машкина Л. В.* Лесной комплекс в изменяющихся институциональных и экономических условиях 197
- Клишин В. И., Федорин В. А., Шахматов В. Я.* Оценка освоения угольного месторождения Терсинского геолого-экономического района Кузбасса..... 205
- Михальченко В. В.* Обоснование необходимости реинжиниринга производственных систем угледобычи 211
- Скрыль О. К.* Система поддержки принятия решений в управлении экономической устойчивостью промышленного предприятия 222

АРХЕОЛОГИЯ

- Илюшин А. М., Борисов В. А., Бутьян В. А.* Полевые разведки Кузнецкой комплексной археолого-этнографической экспедиции в 2014 году 228

АРХИТЕКТУРА

- Зюльков К. К.* Тайгинские шедевры архитектора К. К. Лыгина 239

К 65-ЛЕТИЮ КУЗГУ

- Гоголин В. А., Ермакова И. А., Грибанов Е. Н.* Кафедра математики КузГТУ. Краткий исторический очерк (1950 – 2015) 245

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций – Свидетельство ПИ № ФС 77-60779 от 11 февраля 2015 г.

Журнал включен в "Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук".

Полнотекстовой доступ к электронной версии журнала на сайте
www.elibrary.ru

Подписной индекс 14299 по каталогу российской прессы «Почта России»

Ответственный редактор -
к.ф.-м.н., профессор кафедры
прикладных информационных
технологий КузГТУ -
М. А. Тынкевич

Технический редактор –
О.А. Останин

Перевод на английский язык
и корректура
Н. К. Лесовая

Дизайн обложки
Ю. Е. Волчков, Д. А. Бородин

Адрес редакции: 650000,
Кемерово, ул. Весенняя, 28
тел.39-69-28
<http://vestnik.kuzstu.ru>
e-mail: vestnik@kuzstu.ru

Подписано к печати 23.09.2015
Формат 60×84 /8.
Отпечатано на МФУ
Уч.-изд. л. 23.
Тираж 150 экз.

Общество с ограниченной
ответственностью «Офсет»

650055, Кемерово,
ул. Пролетарская, 9