

**УДК 622.23.51**

Маметьев Л.Е., профессор, д.т.н., Любимов О.В., доцент, к.т.н.,  
Дрозденко Ю.В., старший преподаватель, к.т.н.  
(КузГТУ, г. Кемерово)

Mametyev Leonid, professor, doctor of engineering sciences,  
Lyubimov Oleg, assistant professor, candidate of engineering sciences,  
Drozdenko Yuriy, senior lecturer, candidate of engineering sciences.  
(KuzSTU, Kemerovo)

**СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНСТРУМЕНТА БУРОШНЕКОВЫХ МАШИН  
(К 90-ЛЕТИЮ МИХАИЛА САМСОНОВИЧА САФОХИНА)**

**METHODS AND DEVICES FOR EXPANSION OF AUGER TOOL'S  
FUNKTIONALITY  
(TO THE 90TH ANNIVERSARY OF MIKHAIL SAMSONOVICH  
SAFOKHIN)**

Прошло около полувека с тех пор, как бестраншейная прокладка коммуникаций различного назначения приобрела актуальность в России и в мире. Кафедра горных машин и комплексов КузПИ-КузГТУ на протяжении всего этого периода и в настоящее время, предлагая наукоемкие технологии, разрабатывает комплексы оборудования и инструмент для бурения горизонтальных и слабонаклонных скважин. На протяжении десятков лет это направление исследований находилось под неустанным вниманием ректора КузПИ и заведующего кафедрой, доктора технических наук, профессора Михаила Самсоновича Сафохина (1926-1993), главного основоположника научной школы буровых технологий и техники в Кузбассе.

Начало было положено совместными с Анжерским машиностроительным заводом разработками КГИ-КузПИ двухэтапных технологий, машин и инструмента для бурения восстающих скважин на шахтах Кузбасса [1-3].

В дальнейшем, с 1965 года, М.С. Сафохин предложил направить вектор развития научной школы буровых технологий и техники на горизонтальное двухэтапное бурение скважин для прокладки инженерных подземных коммуникаций в горном деле и строительстве [4-10].

К настоящему времени разработки учеников М.С. Сафохина внедрены в промышленность на стройплощадках Кузбасса, Урала, Тюменской области, Екатеринбурга, Москвы.

Многолетние наблюдения в ходе эксплуатации опытных образцов бурошнекового оборудования выявили низкую работоспособность и невозможность технического обслуживания опорных подшипниковых узлов шнекового бурового става [11-13].

Для оптимизации массогабаритных характеристик и надежности опорных подшипниковых узлов шнекового става (рис. 1) в КузГТУ предложено использование самогерметизируемых радиальных подшипников качения с твердосмазочным антифрикционным наполнителем [14].

Регулирование, затяжка и стопорение упорных подшипников качения 7

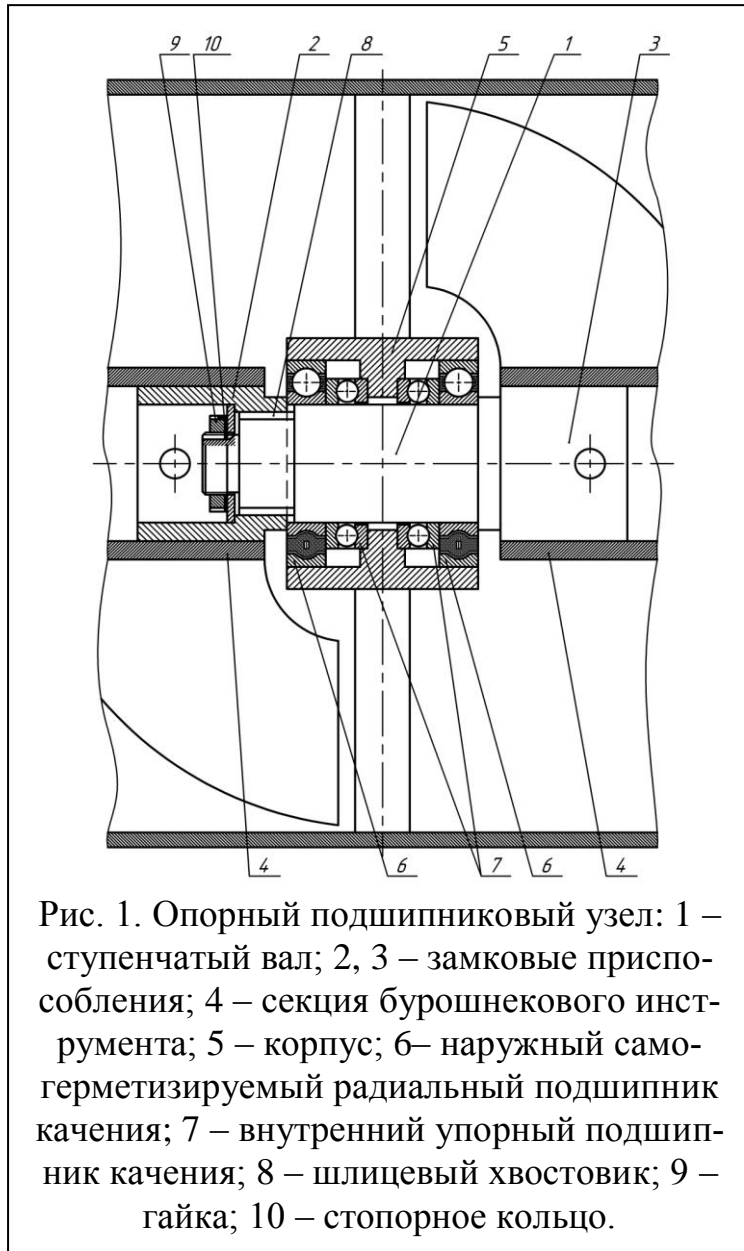


Рис. 1. Опорный подшипниковый узел: 1 – ступенчатый вал; 2, 3 – замковые приспособления; 4 – секция бурошнекового инструмента; 5 – корпус; 6 – наружный самогерметизируемый радиальный подшипник качения; 7 – внутренний упорный подшипник качения; 8 – шлицевый хвостовик; 9 – гайка; 10 – стопорное кольцо.

шестерней 8 (на рис. 2 - по часовой стрелке).

осуществляются с помощью гайки 9 и стопорного кольца 10. Опорный подшипниковый узел размещен между секциями бурошнекового инструмента 4 с использованием замковых приспособлений 2 и 3.

При бурении скважин крутящий момент между секциями бурошнекового инструмента 4 передается подвижным сопряжением между шлицевым хвостовиком 8 ступенчатого вала 1 и замковым приспособлением 2 в виде шлицевой втулки.

Повышение эффективности погрузки и транспортирования разбуренного грунта по двухэтапной технологии и стабилизация положения расширителя с буровым ставом реализуется в устройстве, представленном на рис. 2 [15].

При бурении секция шнекового бурового става 1 вращается внутри приемного лотка 2 совместно с жестко прикрепленной солнечной

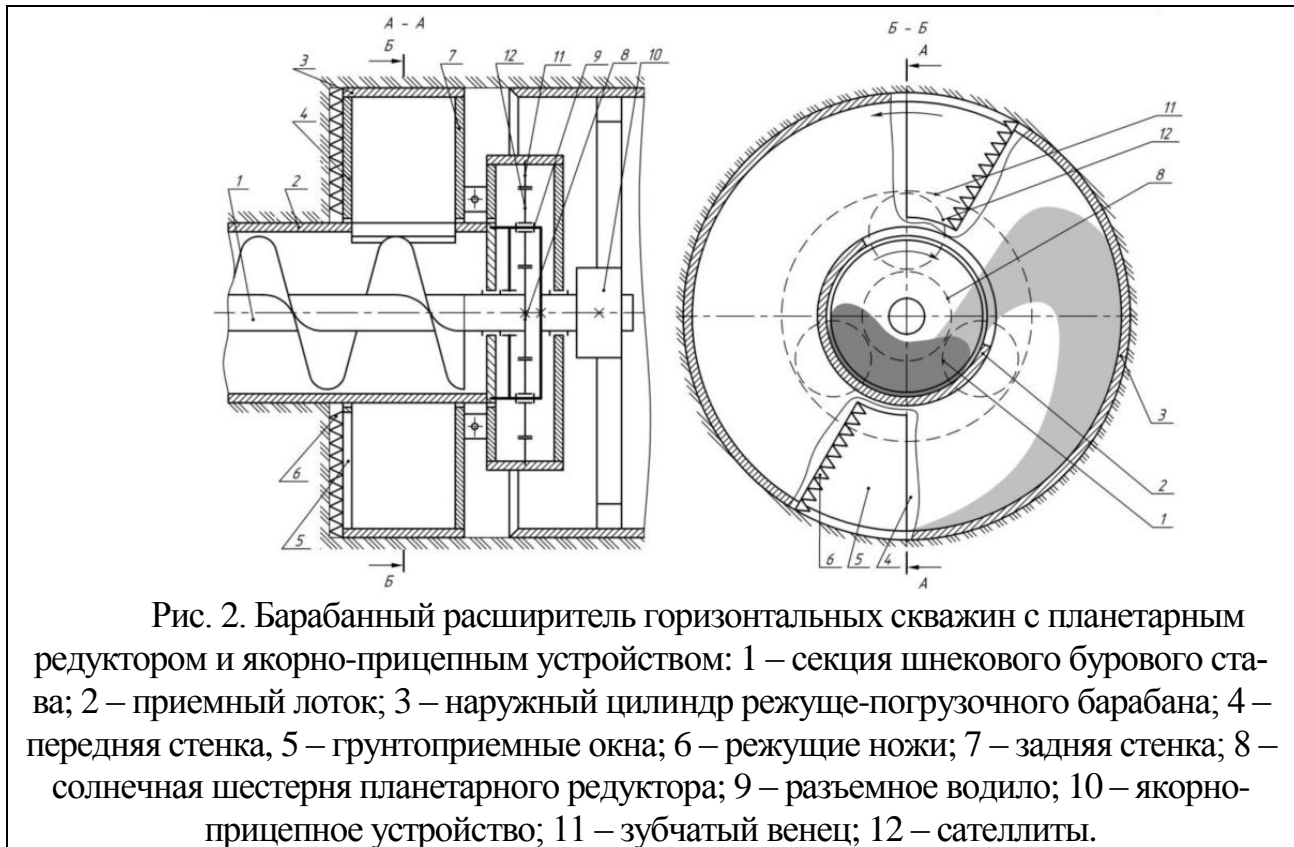


Рис. 2. Барабанный расширитель горизонтальных скважин с планетарным редуктором и якорно-прицепным устройством: 1 – секция шнекового бурового става; 2 – приемный лоток; 3 – наружный цилиндр режуще-погрузочного барабана; 4 – передняя стенка; 5 – грунтоприемные окна; 6 – режущие ножи; 7 – задняя стенка; 8 – солнечная шестерня планетарного редуктора; 9 – разъемное водило; 10 – якорно-прицепное устройство; 11 – зубчатый венец; 12 – сателлиты.

Разъемное водило 9 планетарного редуктора заторможено через приемный лоток 2 колонной обсадных труб. Вращение передается от солнечной шестерни 8 через сателлиты 12 на зубчатый венец 11, жестко прикрепленный к задней стенке 7 режуще-погрузочного барабана, реализуя встречно-направленное вращение последнего (на рис. 2 – против часовой стрелки) по отношению к вращению секции шнекового бурового става 1. Разбуренный грунт (на рис. 2 – светло-серый) после разрушения забоя режущими ножами 6 продвигается через грунтоприемные окна 5 в передней стенке 4 (на рис. 2 – на вырывах) внутрь наружного цилиндра 3. Внутренняя поверхность барабана вовлекает грунт в совместное вращение, а затем под воздействием гравитации подает его в окно приемного лотка 2. Встречно-направленное вращение секции шнекового бурового става 1 формирует в межвитковом пространстве внутри приемного лотка 2 в противоположной от окна стороне транспортируемый поток массива разбуренного грунта (на рис. 2 – темно-серый).

Для уменьшения осевого усилия протаскивания и весовой консольной нагрузки трубы-кожуха предложено якорно-прицепное устройство расширителя обратного хода с нежестким зацеплением (рис. 3) [16].

Центр вращения тяговой оси якорно-прицепного устройства находится на одном уровне с центром вращения расширителя обратного хода, и он поднят на величину  $\Delta_2 / 2$  от центра диаметра протаскиваемой трубы-кожуха, где  $\Delta_2$  и есть разность между диаметром расширенной скважины и диаметром трубы.

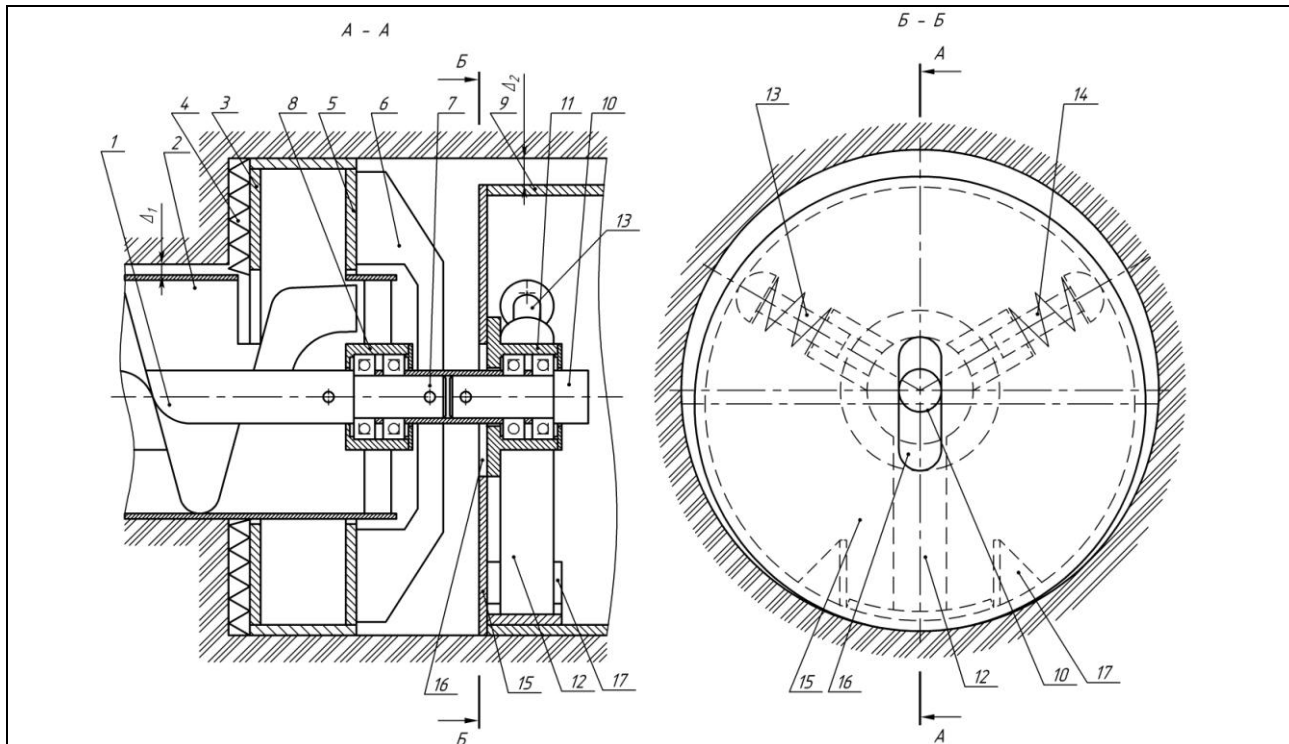


Рис. 3. Расширитель обратного хода с якорно-прицепным устройством. 1 – секция шнекового бурового става; 2 – приемный лоток; 3 – барабан; 4 – режущие ножи; 5 – задняя стенка; 6 – крестовина; 7 – вал; 8 – подшипниковая опора; 9 – труба-кожух; 10 – якорно-прицепной механизм в виде вращающейся оси; 11 – подшипниковая опора; 12, 13, 14 – радиальные лучи; 15 – стенка заглушка; 16 – радиальный паз; 17 – ограничитель.

Согласно защищенному патентом способу бурения горизонтальных и слабонаклонных скважин и устройству для его осуществления [17], первую головную часть инструмента 1 постоянной длины (рис. 4) прикрепляют к забойной части колонны обсадных труб 3 и перемещают вместе с ней поступательно в осевом направлении без колебательных движений.

Поперечные сечения лучей 6 опорного подшипникового узла 7 выполнены в виде трехгранных призм, при этом призмы лучей 6 обращены ребром двугранного угла к расширителю 4 и зафиксированы в направляющих ручьях 8 с возможностью фиксации – расфиксации дистанционно управляемыми замками 9 внутри кольцевого вкладыша-ножа 10, жестко соединенного с забойной частью комплекта обсадных труб 3. Фиксация призм лучей 6 опорного подшипникового узла 7 с расширителем 4 приводит к одновременному с комплектом обсадных труб 3 поступательному перемещению в осевом направлении со скоростью  $v_{бур}$  без колебательных движений вращающегося с частотой  $n_{шбн}$  расширителя 4. С противоположной от расширителя стороны на валу опорного подшипникового узла 7 выполнен шлицевой хвостовик 12, который подвижно

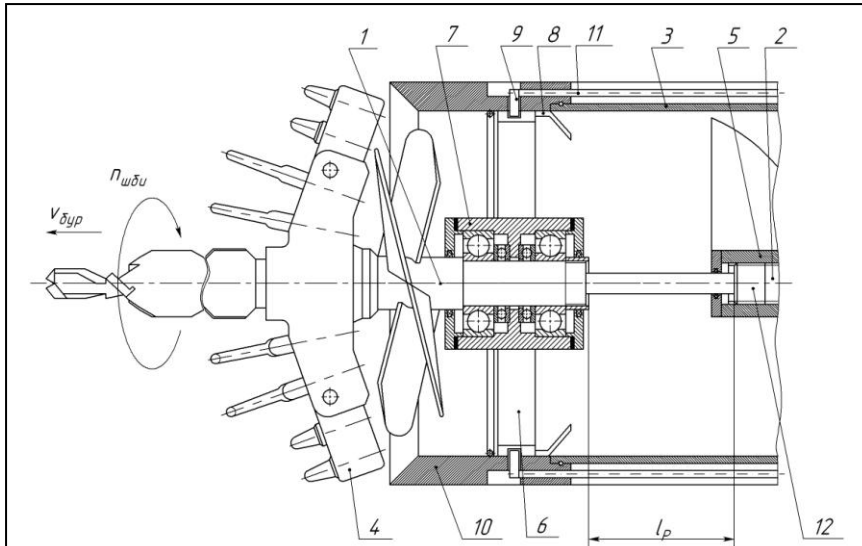


Рис. 4. Конструкция головной части бурошнекового инструмента для бурения горизонтальных и слабонаклонных скважин: 1, 2 – части бурового инструмента; 3 – колонна обсадных труб; 4 – расширитель; 5 – шнековая штанга; 6 – опорный луч; 7 – опорный подшипниковый узел; 8 – направляющий ручей; 9 – замок; 10 – вкладыш-нож; 11 – дистанционно наращиваемый вал; 12 – шлицевой хвостовик

сопряжен со второй, секционно наращиваемой частью 2 бурошнекового инструмента, причем длина шлицевого хвостовика 12 больше или равна длине наибольшего разрыва шнековой спирали  $l_p$ . Это способствует устранению пробок из транспортируемых продуктов бурения.

В устройстве второй секционно наращиваемой части шнекобурового инструмента используются центрирующие опоры (рис. 5).

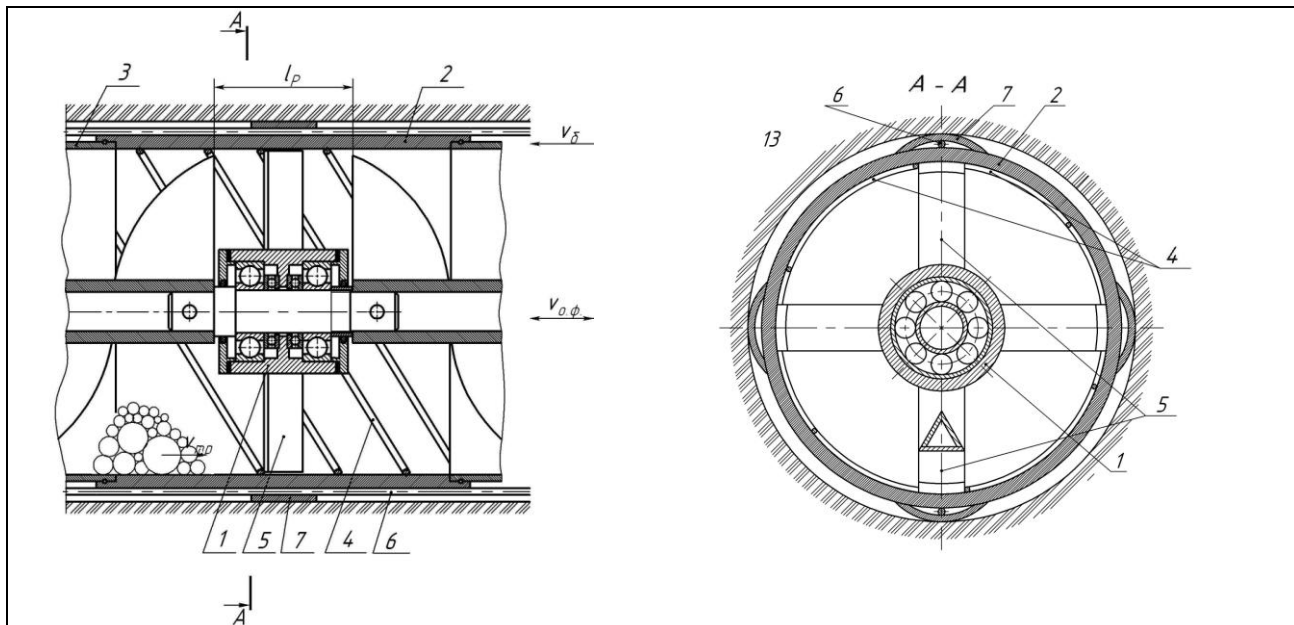


Рис. 5. Конструкция центрирующей опоры шнекобурового става: 1 – подшипниковый узел; 2 – вкладыш-замок; 3 – обсадная труба; 4 – винтовая линия; 5 – опорный луч; 6 – вал; 7 – опорно-направляющий кожух

Перемещаясь под действием колебательных движений в осевом направлении со скоростью  $v_{o.ф.}$ , опорные подшипниковые узлы 1 с лучами 5, трехгранные призмы которых образуют с профильной винтовой линией 4 подвижное многозаходное несамотормозящее сопряжение, совершают также поворот относительно оси скважины с малой частотой вращения. Призмы лучей 5 опорных подшипниковых узлов 1 обращены ребром двугранного угла в противоположную от расширителя 6 сторону, что позволяет использовать во время движения, перекрывающего  $l_p$ , поверхности их боковых граней для транспортирования продуктов разрушения забоя.

Наиболее эффективно преимущества циклического прямого и обратного хода шнекового става в колонне обсадных труб при непрерывном вращении для двухэтапной технологии реализует бурошнековая установка (рис. 6) [18].



Рис. 6. Бурошнековая установка для бурения горизонтальных скважин: 1 – модульная составная рама; 2 – направляющие балки; 3 – каретка; 4 – бурошнековая машина; 5 – колонна обсадных труб; 6 – шнековый став; 7 – инструмент; 8 – гидродомкраты; 9 – подвижные упоры; 10 – штоки; 11 – неподвижные упоры

В описываемой установке повышение производительности процесса бурения горизонтальной скважины обеспечивается закреплением неподвижных упоров 11 противоположно друг другу в верхних пазах направляющих балок 2 модульной составной рамы 1 и выполнением их и ответных поверхностей подвижных упоров 9 в виде, удобном для одноразовой ориентации на многошаговый цикл бурения. Взаимное замковое зацепление обеспечено жестким прикреплением подвижных упоров 9 к штокам гидродомкратов 8, оси которых при рабочих ходах расположены в плоскости, проходящей через ось буримой скважины.

Таким образом, представленные инновационные решения повышают адаптивность бурошнекового оборудования к малогабаритным рабочим пространствам, погрузочно-транспортирующую способность и скорость бурения скважин при двухэтапной технологии.

### Список литературы

1. Саfoxин, М.С. Исследование и создание эффективных средств бурения скважин большого диаметра при отработке пластов крутого падения в условиях Кузбасса: Дис. ... докт. техн. наук. – Москва, 1973. – 409 с.
2. Скорняков, Н.М. Исследование и создание бурового инструмента буросблочных машин для бурения прямолинейных скважин в условиях Кузбасса: Дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 1974. – 151 с.
3. Богомоллов, И.Д. Исследование и разработка исполнительных органов для бурения скважин большого диаметра: Дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 1977. – 244 с.
4. Пуркаев, И.Н. Исследование работы шнекового бурового инструмента при бурении горизонтальных скважин по вязким грунтам: Дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 1970. – 190 с.
5. Маметьев, Л.Е. Исследование и создание расширителей для бурения горизонтальных скважин: Дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 1980. – 253 с.
6. Ананьев, А.Н. Обоснование и выбор средств, повышающих эффективность работы шнекового бурового става при бурении горизонтальных скважин: Дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 1990. – 176 с.
7. Карпенко, С.М. Обоснование способа бурения горизонтальных скважин и определение параметров расширителей обратного хода: Дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 1991. – 174 с.
8. Маметьев, Л.Е. Обоснование и разработка способов горизонтального бурения и оборудования бурошнековых машин: Автореферат дис. ... докт. техн. наук. – Кемерово, 1992. – 33с.
9. Любимов, О.В. Повышение ресурса подшипниковых опор шнекового става машин горизонтального бурения: Автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2012. – 18 с.
10. Дрозденко, Ю.В. Оценка технического состояния узлов и агрегатов бурошнековых машин: Автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2016. – 22 с.
11. Маметьев, Л.Е. Согласование транспортирующей и погрузочной способности шнекобурового инструмента на этапе расширения горизонтальных скважин / Маметьев Л.Е., Любимов О.В., Дрозденко Ю.В. – В сборнике: Теоретический и практический взгляд на современное состояние науки Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Западно-Сибирский научный центр. 2015. С. 79-82.
12. Mametyev, L. Elaboration of structural and technological adapting parameters and components of auger machines to the customer's requirements / Mametyev L., Lyubimov O. В сборнике: International Society for Trenchless

Technology - 26th No-Dig International Conference and Exhibition 2008, No-Dig 2008, Moscow 2008. С. 104-107.

13. Маметьев, Л.Е. Совершенствование конструкции опор инструмента бурошнековых машин / Маметьев Л.Е., Любимов О.В., Дрозденко Ю.В. – В сборнике: Инновации в машиностроении (ИнМаш-2015) Сборник трудов VII Международной научно-практической конференции. Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Новосибирский государственный технический университет, Бийский технологический институт, МИП Техмаш; Под редакцией Блюменштейна В.Ю., Баканова А.А., Останина О.А. 2015. – С. 548-553.

14. Пат. № 144475 РФ : МПК E21B 10/44 (2006.01). Опорный подшипниковый узел секционного бурошнекового инструмента / Маметьев Л.Е., Любимов О.В., Дрозденко Ю.В. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессиона. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2014112400/03, заявл. 31.03.2014; опубл. 20.08.2014 Бюл. № 23. – 2 с.

15. Пат. № 156637 РФ : МПК E21B 7/28 (2006.01). Расширитель для бурения горизонтальных скважин / Маметьев Л.Е., Любимов О.В., Дрозденко Ю.В., Маметьев Е.А., Пономарев К.Д. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессиона. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2015116469/03, заявл. 29.04.2015; опубл. 10.11.2015, бюл. № 31. – 2 с.

16. Пат. № 156638 РФ : МПК E21B 7/28 (2006.01). Расширитель для бурения горизонтальных скважин / Маметьев Л.Е., Любимов О.В., Дрозденко Ю.В., Маметьев Е.А., Пономарев К.Д. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессиона. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2015117310/03, заявл. 06.05.2015; опубл. 10.11.2015, бюл. № 31. – 2 с.

17. Пат. № 2578081 РФ: МПК E 21 B 7/28 (2006.01). Способ бурения горизонтальных и слабонаклонных скважин и устройство для его осуществления / Маметьев Л.Е., Любимов О.В., Дрозденко Ю.В., Маметьев Е.А., Пономарев К.Д.; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессиона. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). -№ 2015102313/03; заявл. 26.01.2015; опубл. 20.03.2016, бюл. № 8. – 14 с.

18. Пат. № 165050 РФ: МПК E 21 B 7/04 (2006.01). Установка бурошнековая для бестраншейной прокладки трубопроводов / Маметьев Л.Е., Любимов О.В., Дрозденко Ю.В.; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2016121283/03, заявл. 30.05.2016, опубл. 27.09.2016, бюл. № 27.