

рабочих пластов Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков // Науковий вісник НГУ. – 2012. – №38. – С 19-27.

9. Ишков В.В. Новые данные о распределении токсичных и потенциально токсичных элементов в угле пласта с<sub>6</sub><sup>н</sup> шахты «Терновская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, Е.С. Козий // Збірник наукових праць національного гірничого університету. – 2013.-№41. – С 201-208.

10. Ишков В.В. О распределении золы, серы, марганца в угле пласта с<sub>4</sub> шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, Е.С. Козий // Збірник наукових праць національного гірничого університету. – 2013.-№44. – С 178-186.

11. Ishkov V.V. Definite peculiarities of toxic and potentially toxic elements distribution in coal seams of pavlograd-petropavlovka region / V.V. Ishkov, E.S. Koziy, A.L. Lozovoi. – 2013.-№42. – С 18-23.

12. Ишков В.В. О распределении As, Hg, Be, F и Mn в угле пласта с<sub>4</sub> шахты «Самарская» Павлоград-Петропавловского геолого-промышленного района / В.В. Ишков, Е.С. Козий // Молодь, наука та інновації: тези доповіді Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – Дніпро, 2016. – С 12-13.

13. Ishkov V.V. About distribution of Co, Ni, Pb, Cr and V in coal layer с<sub>4</sub> of mine «Samarskaya» of Pavlograd-Petropavlovsk geological and industrial district / V.V. Ishkov, E.S. Koziy // Widening our horizons: International Forum for Students and Young Researchers. – Dnipro, 2017. – С 64.

14. Ишков В.В. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с<sub>7</sub><sup>н</sup> шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / В.В. Ишков, Е.С. Козий // Наукова весна: тези доповіді Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – Дніпро, 2017. – С 2-3.

## ВЫДАЮЩИЕСЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОМ РАЗВИТИИ

*А.И. Вдовиченко, Академия технологических наук Украины, Союз буровиков Украины*

Дана оценка выдающихся отечественных достижений мирового уровня в алмазном и гидротранспортном бурении. Обозначена их важнейшая роль в современном развитии геологоразведочного производства. Приведены примеры нецелесообразного использования в Украине дорогостоящей импортной буровой техники. Обоснованы оптимальные пути повышения эффективности буровых работ. Определены основные направления научных исследований и совершенствований техники и технологии бурения геологоразведочных скважин.

**Актуальность проблемы.** Подъем отечественной научно-практической деятельности в совершенствовании технологии геологоразведочного бурения в 70–80 годах прошлого века способствовал достижению выдающиеся результатов мирового уровня, непревзойденных по некоторым показателям до сих пор.

Результаты этих достижений в свое время недостаточно объективно анализировались, вследствие чего не всегда определялись оптимальные направления дальнейшего развития геологоразведочных технологий и, несмотря на огромное количество проведенных научных исследований и разработок, их практическая реализация за последние десятилетия не дала ожидаемого эффекта.

Проведение подобных экспериментальных работ и промышленных испытаний в современных условиях весьма затруднено из-за высокой их нынешней стоимости и отсутствия планомерной и целенаправленной системы финансирования научной деятельности. Это вызывает необходимость поисков менее затратных путей в решении современных задач. Среди таких путей заслуживают особого внимания новые подходы к изучению выдающихся достижений прошлого, результаты которых имеют важное значение в современном развитии.

**Цель работы** - современная оценка выдающихся отечественных достижений в алмазном и гидротранспортном бурении, обозначение их ведущей роли в современном развитии

геологоразведочного производства, а также определение оптимальных направлений научных исследований и совершенствований техники, технологи и организации буровых работ.

**Опубликованные работы и другие источники информации по теме.** Вопросы оценки результатов выдающихся отечественных достижений в алмазном бурении и возможности их эффективного использования в современных условиях освещены в работах А.И. Вдовиченко, И.И. Мартыненко, А.В. Ножкиной, А.А. Бочечки и др.[1,2,3,4,5].

Результаты выдающихся отечественных достижений в алмазном бурении опубликованы в работах О.Л. Зайонца, В.А. Глобы, Е.Ф. Пономарева, П.А. Иващенко, В.И. Набоки и др. [6,7].

Работы по совершенствованию регулируемого электропривода буровых установок и их результаты освещены в работе А.А. Яцюка, В.В. Литры, А.А. Пересыпкина и др.[8].

Достижения в бурении комплексами с гидротранспортом керна (КГК) приведены в работах И.А. Мусиенко, Н.П. Ермакова, В.Ф. Музыки, А.Б. Абрамчука, О.Л. Зайонца, В.Н. Кутового и др [9,10,11].

Многие архивы отчетов научных исследований, опытно-методических работ и публикации прошлых периодов не сохранились. Поэтому в данной работе использованы материалы результатов опроса непосредственных участников событий и уцелевших в частных библиотеках опубликованных по теме работ, их фрагментов и других ценных сведений.

Анализ проведен по результатам деятельности передовых производственных геологических объединений Украины: «Севукргеология» ( в прошлом «Киевгеология»), «Кировгеология» и «Южукргеология» в период 1971–1989 гг.

**Достижения в алмазном бурении.** Выдающимся достижением в алмазном бурении стало применение эмульсионных промывочных жидкостей (ЭПЖ) с поверхностно-активными веществами (ПАВ), смазывающими добавками (СД) и присадками специального назначения (ПСН).

ПАВ выполняет роль эмульгатора СД и активно способствует адсорбционным процессам, а также повышает охлаждающую и очистную способность промывочной жидкости. Иногда ПАВ понижает прочность некоторых пород.

В 1969-1970 гг. УкрГИПРОНИИнефть совместно с трестом «Киевгеология» разработали и внедрили в производство ЭПЖ на основе отходов мыловаренного производства - смеси гудронов (СГ), омыленных едким натром (NaOH). К уникальным свойствам СГ необходимо отнести оптимальное содержание в ней широкого спектра предельных и непредельных жирных кислот, а также наличие различных компонентов, выполняющих функции антифрикционных, противозадирных и других присадок, улучшающих свойства ЭПЖ. Простота приготовления и применения омыленной смеси гудронов (ОСГ) позволили широко использовать ее в производстве и быстро достичь высоких результатов в алмазном бурении.

В 1970-1971 гг. при разведке Кременчугского железорудного месторождения (Киевгеология - Южукргеология) массовое использование ЭПЖ на основе ОСГ позволило повысить среднюю месячную производительность буровых бригад на 63% (с 203 до 330 м), снизить удельный расход алмазов в 2,2 раза (с 2,0 до 0,9 карат/м). Лучшие бригады достигли производительности 482 м. Это очень высокие достижения для сложных условиях бурения наклонных скважин глубиной до 500 м в крепких и сильно трещиноватых высокоабразивных железистых кварцитах 10-12 категории по буримости.

В 1975 г. в Олевской ГРП (ОГРП) Житомирской экспедиции (Киевгеология) при разведке Пержанского бериллиевого месторождения за счет эффективного использования ЭПЖ на основе ОСГ в комплексе с другими технологическими и организационными мероприятиями была достигнута среднемесячная производительность бригады до 1000 м при удельном расходе алмазов 0,53 карат/м. [6].

В целях определения потенциальных возможностей достигнутого уровня техники, технологии и организации буровых работ в августе 1977 г. в ОГРП провели научно-производственный эксперимент по достижению максимальной производительности алмазного бурения наклонных скважин глубиной до 300 м в твердых абразивных гранитах 9 – 10 категории по буримости [7]. В результате эксперимента одной бригадой была достигнута рекордная месячная производительность 2468 м (в 2 раза выше средней производительности по ОГРП),

другой бригадой - 2346 м. Максимальная сменная проходка составила 52 м., средняя механическая скорость алмазного бурения составила 6,5 м/ч, максимальная - 10 м/ч.

Такие выдающиеся показатели мирового уровня были достигнуты в результате обеспечения высокого уровня организации, технологии, квалификации бурового персонала и инженерного обслуживания. Анализ показал, что резервы повышения эффективности в таких условиях далеко не исчерпаны. После завершения указанного эксперимента средние месячные задания по производительности для всех бригад ОГРП на Пержанском участке были установлены на уровне 1500 м, которые успешно выполнялись до завершения разведки месторождения.

В конечном итоге умелого сочетания научной и производственной деятельности была досрочно завершена разведка уникального месторождения и на многие десятилетия определена перспектива развития целого региона. Убедительно доказаны огромные резервы отечественной техники и технологии при рациональном их использовании и высоком уровне квалификации рабочих и инженерно-технических кадров.

В 1978 г. в ПГО «Кировгеология» усовершенствовали технологию приготовления ЭПЖ. Для эмульгирования СГ вместо едкого натра было использовано сульфатное мыло (СМ) в соотношении компонентов СМ – 54%, СГ - 46%. Новая ЭПЖ отличалась более высокой стойкостью к жестким водам, повышенной морозостойкостью, упрощенной технологией приготовления и применения. В 1979 г. с применением этой ЭПЖ было пробурено 80 тис м. и обеспечено повышение производительности на 8%, снижение удельного расхода алмазов на 10% и проходки за рейс на 20%.

С 1985 года были введены экологические ограничения на применение ЭПЖ, вплоть до полного их запрещения, что оказало крайне негативное влияние на эффективность алмазного бурения.

В этот период Житомирской геологоразведочной экспедиции (ПГО «Севукргеология»), с целью совершенствования экологических характеристик эмульсионных промывочных жидкостей, была разработана и опробована новая технология приготовления эмульсии на основе СГ, омыленных аммиачной водой (ОСГА). Такая эмульсия отличалась более высокой стойкостью в жестких водах и повышенными экологическими характеристиками. Исследования влияния эмульсии на объекты окружающей среды дали положительные результаты, что послужило основой для разработки одного из важнейших направлений экологических аспектов повышения эффективности алмазного бурения.

В последние годы из-за уменьшения отходов масложирового и мыловаренного производства и дефицита СГ, возникла острая необходимость поисков аналогичных продуктов для разработки новых рецептур ЭПЖ с подобными характеристиками, отвечающих современным экологическим требованиям.

В 1996 г. УкрНИИ НП «МАСМА» совместно ПГО «Севукргеология» разработали новую рецептуру ЭПЖ на основе продуктов переработки рапсового масла, эмульгированного неионогенными ПАВ - «Бурвал-1С» (ТУ У 00149943.424-96) с повышенными триботехническими и экологическими характеристиками. Промышленные испытания показали ее высокую эффективность, особенно в комплексе с антивибрационными смазками, однако превысить уровень показателей использования базовой ОСГ не удалось.

В 2005 году Н.П. Ермаков (НВО «НИКОС») совместно с другими организациями разработал высокоэффективный эмульсол Э2-ЕД на базе продуктов переработки однолетнего растительного сырья. За счет использования в этом эмульсоле комплекса различных присадок обеспечивалось регулирование в широких пределах триботехнических, ингибирующих, экологических и других характеристик.

Автором совместно с Н.П. Ермаковым выдвинуто предположение, что в условиях скважины, когда концентрация ПАВ в ЭПЖ снижается до уровня агрегативной неустойчивости, происходит флокуляция капель не омыленных предельных жирных кислот (в основном пальматиновой и стеариновой). Интенсивная адсорбция этих капель образует тонкую и прочную пленку смазки на поверхности бурильных труб и стенках скважины. При этом в зоне контакта трущихся поверхностей постоянно смывается излишний слой смазки, а в местах углублений (в порах и трещинах, раковинах и т.п.) смазочный слой уплотняется, образуя прочный трудно смываемый

слой. Таким образом, создаются идеальные условия для работы бурильной колонны на высоких частотах вращения. В зоне разрушения пород забоя ПАВ способствует быстрому восстановлению высокопрочных смазывающих органометаллических пленок, предохраняющих алмазы породоразрушающего инструмента от преждевременного износа. Таким образом, обеспечивается высокая стойкость и работоспособность алмазного инструмента..

В Украине созданы благоприятные условия для производства и использования высокоэффективных ЭПЖ, и их дальнейшего совершенствования с учетом уже достигнутого отечественного уровня.

В повышении эффективности алмазного бурения весомый вклад внесли разработки ПГО «Кировгеология». В 1981 г. был разработан комплект регулируемого электропривода РЭП-5 к буровым станкам ЗИФ-650М и СКБ-5, которыми в течение 1981-1987 гг. было пробурено около 1,35 млн. м скважин глубиной от 350 до 1200 м на поисках и разведке урановых месторождений. В результате применения РЭП-5 достигнуто повышение производительности 39 – 62%, снижение удельного расхода алмазов на 18 - 20%, удельный расход электроэнергии снизился в 2 – 3 раза. Среднемесячная производительность бригады при средней глубине скважины 375 м составила 1240 м, а при глубине 712 м – 1090 м. Рекордная месячная производительность достигла 1960 м [8].

В результате пагубной технической политики Госгеолслужбы Украины большая часть РЭП-5 была уничтожена. Однако несколько установок сохранились и успешно используются в ПГО «Кировгеология». На их базе имеются реальные возможности возрождения этого весьма перспективного направления развития алмазного бурения.

**Гидротранспортное бурение.** Первые комплексы с гидротранспортом керна КГК-100 стали поступать в производственные организации Украины в 1979 г. В течение короткого периода адаптации они показали исключительно высокую эффективность при геологическом картировании и геохимических исследованиях. Среднемесячная производительность бригады достигала 5 - 7 тыс м, а рекордные - 12 тыс. м (в 5 – 6 раз выше обычного колонкового бурения) при высокой рентабельности и качестве работ. Рекордная суточная производительность составила 560 м при глубинах скважин от 60 до 120 м.

К 1989 г. в геологических организациях Украины работало до 20 единиц КГК-100 и КГК-300, которые выполняли годовой объем бурения 0,5 млн. м (50% общего объема бурения по Мингео Украины).

Для расширения области эффективного использования КГК были проведены опытно-методические работы и усовершенствования, в результате которых были достигнуты высокая эффективность и качество работ при разведке месторождений бурого угля, титановых россыпей, нерудного сырья и др. [9,10,11]. По сравнению с обычными методами применение КГК повысило производительность бурения на этих видах работ в среднем в 5 раз, а рентабельность в 2 раза.

Несмотря на столь грандиозные достижения, начиная с 1990 г. объемы бурения и сфера применения КГК в Украине сокращались и к 2005 г. было прекращено его использование на геологоразведочных работах. С той поры по настоящее время вопрос о его возрождении не подымался.

В тоже время за рубежом этот метод находит широкое применение при поисках и разведке месторождений различных видов полезных ископаемых. Так, компанией RG Gold успешно использовался КГК при доразведке золоторудного месторождения Райгородок в Магаданской области. В 2014-2016 гг. из 215 тыс. м колонкового бурения 100 тыс. м (47% от общего объема бурения) было пробурено КГК-100 [12].

Сегодня открывается невероятно большая перспектива эффективного использования КГК-100 при поисках, разведке и освоении янтарных месторождений в Украине. Наряду из высокими производительностью, качеством и рентабельностью работ КГК максимально обеспечивает сохранение окружающей среды.

Киевский завод буровой техники (КЗБТ) серийно выпускает и поставляет за границу базовую буровую установку УРБ-2А-2 и весь необходимый буровой инструмент, который используются в КГК.

Днепропетровский завод бурового оборудования, а также другие отечественные предприятия в состоянии обеспечить достаточное количество высококачественного бурового инструмента и других приспособлений для бурения КГК.

Таким образом в Украине сегодня сложились благоприятные реальные условия для широкого развития гидротранспортного бурения, как основного высокоэффективного метода в геологоразведочном производстве и других сферах, связанных с использованием недр.

**Результаты использования импортной техники.** В 2006-2007 гг. Госгеолслужба Украины приобрела 4 единицы дорогостоящей импортной техники: Christensen CS 14 и T4W фирмы Atlas Copco Craelius A для ПГО «Севгеология» и две установки LF-90 PQ/LS канадской фирмы Boart Longuear для ПГО «Кировгеология» и «Южукргеология».

CS-14 и LF-90 были укомплектованы снарядами со съемными керноприемниками (ССК), а T4W – комплектами для пневмоударного бурения. Общая стоимость этого оборудования составила более \$ 4 млн. Эта сумма превышает весь годовой бюджет, который выделяется на геологоразведку в последние годы.

Решение о приобретении такой техники было принято абсолютно необоснованным. В тот период уже четко просматривалась неотвратимая тенденция снижения объемов буровых работ, возникли серьезные финансовые проблемы, экономическая и политическая нестабильность. Многие представители Союза буровиков Украины не поддерживали такую техническую политику ведомства, которая ориентировалась на импортные технологии, и предлагали сосредоточить внимание на реализацию отечественных достижений, не уступающих зарубежным аналогам.

В результате нерационального использования приобретенной импортной техники понесены большие потери. Так, за 10 лет тремя установками с комплектами ССК пробурено около 30 тыс. м., тогда как для рентабельной работы объем бурения одной установкой должен составить не менее 40 тыс. м. за пять лет.

Установкой T4W за 10 лет пробурена всего одна скважина глубиной 800 м на термальные воды в Закарпатье при показателях значительно уступающих отечественным [13]. Неудачной оказалась попытка пробурить этой установкой гидрогеологическую скважину в условиях УЩ. В результате аварии в скважине был оставлен импортный дорогостоящий пневмоударник.

Вопрос о неэффективном использовании импортной техники на предприятиях Госгеослужбы Украины рассматривался на НТС Союза буровиков Украины в начале 2009 г. [14]. Соответствующее решение было направлено руководству службы, однако эти рекомендации к вниманию не были приняты. В настоящее время указанная импортная техника бездействует.

В конце 2012 г. в Национальном институте стратегических исследований при Президенте Украины состоялось заседание по рассмотрению приоритетных направлений государственной политики в обеспечении энергетической независимости Украины [15]. На этом заседании представители Союза буровиков Украины выступили категорически против приобретения двух дорогостоящих импортных самоподъемных плавучих буровых установок (СПБУ), обосновав свое мнение реально существующими экологическими, экономическими и политическими рисками. В условиях ограниченного финансирования две действующие отечественные СПБУ «Таврида» и «Сиваш» вполне обеспечивали установленные задания по приросту запасов и добычи углеводородов на Черноморском шельфе. Никто из представителей академической науки, министерств и ведомств не возразил против этого мнения, но открыто его не поддержали. Трагический исход импортных СПБУ в Украине общеизвестен. Вложение, затраченных на приобретение импортных установок \$ 2 млрд., в решение нефтегазовых проблем на суше обеспечил бы ежегодное стабильное увеличение добычи газа на 2 млрд. м<sup>3</sup>. На сегодня такой прирост полностью удовлетворил бы потребности Украины газом собственной добычи.

### **Выводы**

1. Проведенными исследованиями получены убедительные доводы в пользу отечественной техники и технологии геологоразведочного бурения, на базе которых получены выдающиеся достижения мирового уровня.

2. Нецелесообразно в современных экономических условиях приобретать дорогостоящую импортную технику и технологию без учета отечественных достижений.

3. Приоритетным направлением в совершенствовании алмазного бурения является использование высокоэффективных ЭПЖ и регулируемого электропривода, который

существенно расширяет возможности оптимизации и автоматизации бурового процесса.

4. Для базовых ЭПЖ предлагается разработать комплекс различных присадок, обеспечивающих регулирование в широких пределах триботехнических, ингибирующих, экологических и других характеристик, в соответствии заданными условиями применения.

5. Научные исследования предлагается сосредоточить на изучении закономерностей воздействия ПАВ, смазочных добавок, присадок и различных компонентов на работоспособность породоразрушающего инструмента и в целом на процесс бурения.

6. КГК является самым высокоэффективным способом геологоразведочных работ, возможности которого неисчерпаемы и поэтому изучение богатого накопленного опыта его совершенствования требует пристального внимания ученых и практиков.

7. Применение КГК для поисков, разведки и освоения месторождений янтаря является первоочередной задачей

#### Список литературы

1. Вдовиченко А.И. Использование отечественных достижений в совершенствовании технологии алмазного бурения // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2012. - Вып. 15. – С. 16 – 21.

2. Вдовиченко А. И. О некоторых особенностях действия поверхностно-активных веществ в алмазном бурении // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників - 2011».- Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2011. - С. 24 – 29.

3. Вдовиченко А. И. К вопросу об эффекте Ребиндера и действии поверхностно-активных веществ в алмазном бурении // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника его изготовления и применения: сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2011. - Вып. 14. С. 134 – 140.

4. Вдовиченко А. И., Ножкина А. В., Бочечка А. А. О новых подходах к вопросу воздействия поверхностно-активных веществ на процесс бурения твердых пород алмазным инструментом // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2013. - Вып. 16. – С.179 – 183.

5. Вдовиченко А.І., Мартиненко І.І. Оптиміальні умови сумісного використання змащувальних мастил та емульсій при алмазному бурінні: сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2013. - Вып. 16. – С. 184 – 188.

6. Зайонц О.Л., Глоба В.А., Пономарев Е.Ф. Высокоскоростное алмазное бурение // Разведка и охрана недр. – 1975. - № 7. – С. 31–34.

7. Скоростное алмазное бурение с помощью гидроударников. О.Л. Зайонц, П.А. Иващенко, В.И. Набока, Ю.А. Матвеев // Разведка и охрана недр. – 1978. - № 10. – С. 38–43.

8. Комплект регулируемых электроприводов РЭП-5 / А.А. Яцюк, В.В. Литра, А.А. Пересыпкин и др. // Техн. и технол. геологоразвед. работ; орг. пр-ва. Отеч. произв. опыт. Экспресс-информация / ВИЭМС, - М., 1987. - Вып.10. - С. 1 - 15.

9. Бурение комплексом КГК-100 с применением специальной технологи промывки скважин / И.А. Мусиенко, Н.П. Ермаков, В.Ф. Музыка и др. // Разведка и охрана недр. – 1987. - № 11. – С. 54 – 57.

10. Техника и технология бурения скважин КГК-100 на буроугольных месторождениях в объединении Севукргеология / А.Б. Абрамчук, О.Л. Зайонц, В.Н. Кутовой и др. // Передовой науч.- произв. опыт, рекомендуемый для внедрения в геол.–разв. отрасли: Науч.–техн. информ. сб. / ВИЭМС. – М., 1989. – Вып. 1. – С. 45 – 70.

11. Зайонц О.Л., Лепесин В.И. Опыт бурения комплексом КГК в сложных геологических условиях. // Экспресс-информ. / ВИЭМС. Сер. Передовой науч. – производств. опыт геологоразв. организаций. М., 1984. - Вып. 1. - С. 18 - 26.

12. Дорохова И. Райгородок получит прибавку. – [Электронный ресурс]: <http://minexforum.com/rajgorodok-poluchit-pribavku/>.

13. Вдовиченко А.І., Гавриш М. К., Мазко М. І. Використання сучасних бурових установок при бурінні термальних свердловин у Закарпатті // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины. – 2015. – Вып.18. – С. 52 - 57.

14. Мартиненко І.І., Вдовиченко А.І. Впровадження новітніх технологій та підвищення інформативності геологорозвідувального буріння // БУРІННЯ. – 2009. - № 2. – С. 9 - 12.

15. Пріоритетні напрями реалізації державної політики у сфері забезпечення енергетичної безпеки України // БУРІННЯ. - 2012.- № 9. – С. 30 - 34.