

## ТЕХНИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗАБОЕВ СКВАЖИН

**ЗАУРБЕКОВ С.А., ЖАНКИМАНОВА Г.Н., ЗАУРБЕКОВ К.С.**

*Казахский Национальный исследовательский технический университет  
имени К. И. Сатпаева, 050000, Алматы, Казахстан*

**Аннотация.** С целью обеспечения надежного вскрытия продуктивного пласта без осложнений и на высоких механических скоростях бурения, получения объективного промыслово-геофизического материала в интервалах продуктивности большое внимание уделяется чистоте забоя скважины, т.е. отсутствию посторонних предметов.

Разработка устройства для извлечения с забоя скважин крупных и мелких посторонних предметов с высокой эффективностью, надежностью и низкой стоимостью работ является весьма актуальной задачей. Устройства, основанные на гидродинамическом принципе работы, в полной мере отвечают предъявляемым требованиям. В работе предложена конструкция устройства гидродинамического типа, позволяющая очистить забой скважины от мелких и крупных посторонних предметов и обладающая высокой надежностью в работе.

**Ключевые слова:** скважина, забой, посторонние металлические предметы, очистка забоя, гидравлические процессы.

## ҰҢҒЫМАЛАРДЫ ТАЗАРТУҒА АРНАЛҒАН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛҒЫ

**ЗАУРБЕКОВ С.А., ЖАНКИМАНОВА Г.Н., ЗАУРБЕКОВ К.С.**

*Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті,  
050000, Алматы, Қазақстан*

**Аңдатпа.** Өнімді қаттың асқынусыз және бұрғылаудың жоғары механикалық жылдамдықтарында сенімді ашылуын қамтамасыз ету, өнімділік аралықтарында объективті кәсіпшілік-геофизикалық материал алу мақсатында ұңғыманың кенжарының тазалығына, яғни бөгде металл заттардың болмауына көп көңіл бөлінеді. Ұңғымалардан тиімділігі, сенімділігі және жұмыс құны төмен ірі және ұсақ бөгде заттарды алуға арналған құрылғыны жасау өте өзекті мәселе болып табылады. Гидродинамикалық жұмыс принципіне негізделген құрылғылар қойылған талаптарға толық жауап береді. Жұмыста гидродинамикалық типтегі құрылғының дизайны ұсынылады, бұл ұңғыманың түбін ұсақ және үлкен бөгде заттардан тазартуға мүмкіндік береді және жұмыста жоғары сенімділікке ие.

**Түйінді сөздер:** ұңғыма, забой, бөгде металл заттар, забойды тазалау, гидравликалық процестер.

## TECHNICAL MEANS FOR CLEANING THE FACES OF OIL WELLS

**ZAURBEKOV S. A., ZHANKIMANOVA G. N., ZAURBEKOV K. S.**

*Satbayev University, 050000, Almaty, Kazakhstan*

**Abstract.** In order to ensure reliable opening of the productive reservoir without complications and at high mechanical drilling speeds, to obtain objective field-geophysical material in the productivity intervals, much attention is paid to the cleanliness of the bottom of the well, i.e., the absence of foreign metal objects. The development of a device for extracting large and small foreign objects from the bottom of wells with high

efficiency, reliability and low cost of work is a very urgent task. Devices based on the hydrodynamic principle of operation fully meet the requirements. The paper proposes a design of a hydrodynamic device that allows to clean the bottom of the well from small particles.

**Keywords:** borehole, bottom face, foreign metal objects, bottom face cleaning, hydraulic processes.

В процессе проводки глубоких нефтяных и газовых скважин на забое скапливаются различные металлические и неметаллические предметы, например, случайно упавшие с поверхности детали, элементы качения опор и обломки твердосплавного вооружения отработанных долот, а иногда и шарошки долот. Наличие постороннего металла на забое снижает показатели работы долот и приводит к преждевременному выходу их из строя, следовательно, значительно увеличивает непроизводительные затраты времени на спуско-подъемные операции (СПО) в процессе строительства скважин, особенно глубоких и сверхглубоких [1, 2, 3].

Для очистки забоя от металлических

предметов применяются устройства, которые подразделяют на две основные группы [4,5]:

- первая-устройства, устанавливаемые в компоновке буровой колонны;
- вторая-устройства, периодически спускаемые в скважину.

К первой группе относятся устройства, устанавливаемые непосредственно над долотом, в основу работы которых положен гидравлический способ очистки забоя, а именно металлоуловитель ПО «Куйбышевбурмаш» [6], металлоуловитель-калибратор, шламометаллоуловитель открытого типа (ШМУ-О), шламометаллоуловитель закрытого типа (ШМУ-З) и др.

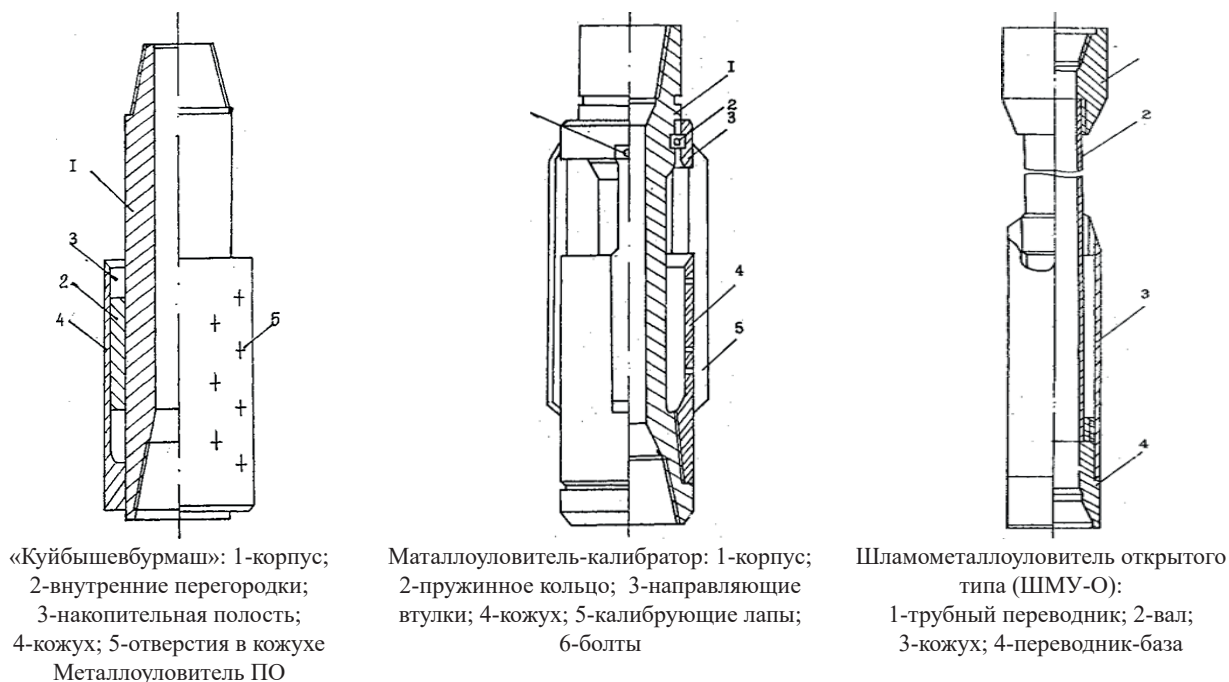


Рисунок 1 – Металлоуловители, устанавливаемые в компоновке буровой колонны

Недостатком устройств первой группы является быстрое заполнение ловушки шламом и по этой причине низкая эффективность улавливания металлических предметов, причем шлам в ловушке обычно оказывается настолько сильно спрессованным, что часто не

поддается извлечению. В этом случае изделие непригодно к дальнейшему использованию или требует капитального ремонта. Кроме того, устройствами данной группы возможно извлечение только очень мелких металлических предметов с забоя, которые могут поме-

ститься в щель уловителя, имеющую пределы 16...28 мм.

Ко второй группе относятся устройства, периодически спускаемые в скважину, в основу работы которых положен механический, магнитный или гидромеханический способ захвата и очистки забоя, такие как фрезы-ловители без механического захвата (ФМ) и с механическим захватом (ФМЗ), металлоуловитель Е.М. Курнева и Н.И. Лукина, гидравлический ловитель Г.Н.Кириянова, металлоуловитель Р.С. Яремейчука и З.И. Узумова,

струйный металлоуловитель, трубный паук, гидромеханический паук [7, 8] и др.

Недостатком устройств второй группы является необходимость осуществления специальных рейсов бурильного инструмента (СПО), на что затрачивается непроизводительное время, а также трудности улавливания сравнительно мелких металлических предметов большого удельного веса и предметов, обладающих антимагнитными свойствами (например, зубки долот из вольфрам-кобальтового сплава ВК-6 и т.п.) [4].

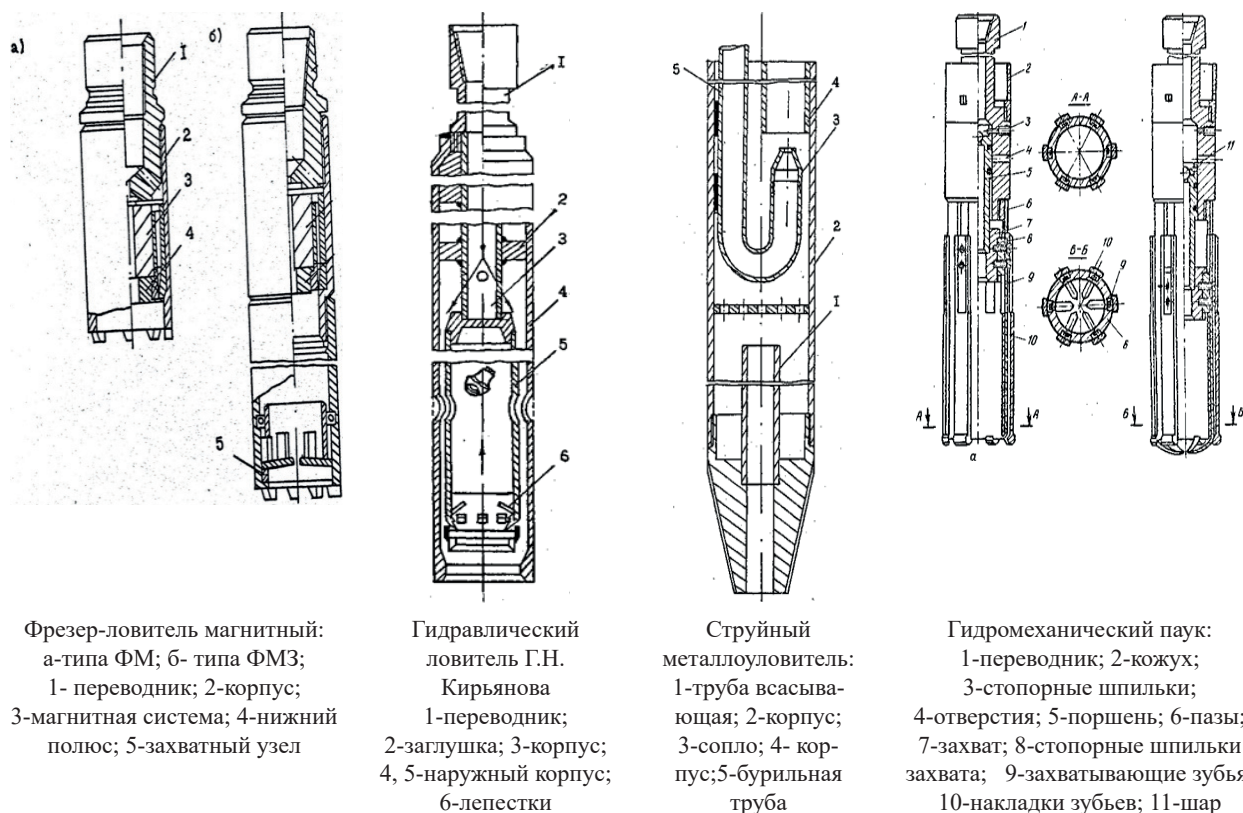


Рисунок 2 – Металлоуловители, периодически спускаемые в скважину

С целью повышения эффективности очистки забоя от металлических предметов ведется дальнейшее усовершенствование устройств как первой, так и второй групп, но при этом принципиальная схема их компоновки в корне не меняется.

На рисунке 3 стр. 9 представлен общий вид предложенной авторами и защищенной патентом конструкции шламометаллоуловителя для извлечения больших и мелких предметов с забоя скважин [9].

Предлагаемая конструкция шламометал-

лоуловителя скважинного (ШМУС) основана на гидродинамическом принципе работы и предназначена для извлечения с забоя скважины посторонних мелких и крупных металлических предметов, например, челюстей и сухарей трубных ключей, обломанных шарошек. Поставленная цель достигается за счет конструктивного решения по размещению в ограниченном поперечном сечении скважины шламометаллоуловителя с большим поперечным сечением подъемного канала. Очистка происходит за счет того, что в накопителе

асимметрично размещен усеченный подводный канал промывочной жидкости, за счет уменьшения подводного канала по сравнению с бурильными трубами под корпусом для подъемного канала, а накопитель имеет одну полость, размещенную в секторе асимметрии, и сообщаемую с подводным каналом при помощи эжекторных отверстий или щелей, приближенных ко дну накопителя.

Наименьшее сечение подводного канала ускоряет движение промывочной жидкости, уменьшая сегмент площади забоя, занятый подводным каналом, и освобождая сечение ствола скважины для подъемного канала и накопителя. Ускорение течения промывочной жидкости снижает давление напротив отверстий или щелей у дна накопителя, что создает эжекция через накопительную полость, и увеличивает расход через сечение подъемного канала, по которому металлические предметы быстро поставляются в накопитель. При попадании мелкого шлама в накопитель предусмотрена возможность промывки накопительной полости путем плотного прилегания к забою, когда циркуляция промывочной жидкости идет через щели и накопитель.

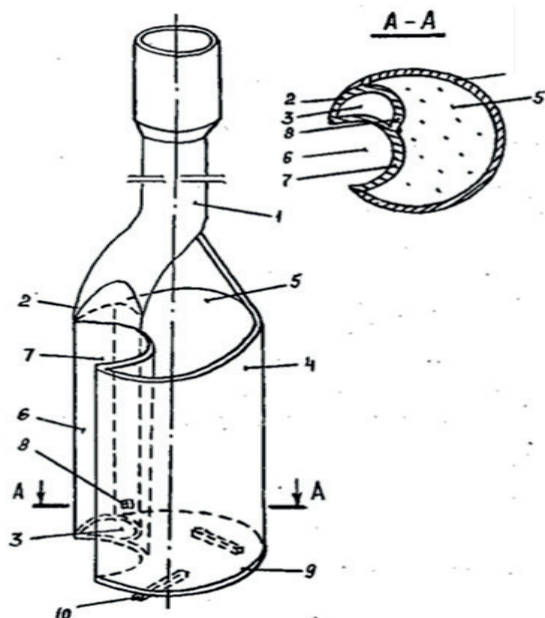


Рисунок 3 – Шламометаллоуловитель

1-бурильная труба; 2-усеченный подводный канал;  
3-сопло; 4-кожух; 5-накопитель; 6-открытая полость;  
7-асимметричная перегородка; 8-отверстия (щели); 9-дно;  
10-скребки

Устройство состоит из бурильной трубы 1, в нижней части которого образуется усеченный проводящий канал 2 со сквозным проходом - соплом 3 для промывочной жидкости. По периферии приварен кожух 4 накопителя 5, который отделен от полости 6 асимметричной перегородкой 7. Сквозной проход соединен с накопителем, отверстием или щелями 8. Дно 9 накопителя прочное и плоское, но в отдельных случаях допустима возможность крепления небольших скребков 10 с целью отрыва от забоя налипших, затертых металлических предметов.

Устройство работает следующим образом. После спуска и установки на забой скважины осуществляется промывка его через бурильную трубу 1 и усеченный проводящий канал 2 по сквозному проходу 3.

Плотное прилегание к забою дна накопителя 9 позволяет частично перекрыть сквозной проход-сопло 3 и промывку частично осуществить через отверстия-щели 8 в накопителе 9, освободив его от шламов горной породы.

В дальнейшем с постепенным подъемом и низкооборотным правым вращением устройства достигается отрыв скребками 10 и гидромонитором из сквозного прохода - сопла 3 металлических предметов, которые через подъемную полость 6, образованную асимметричной перегородкой 7 и стенкой скважины, попадают и засасываются в накопитель 5 благодаря эжекторному эффекту в усеченном проводящем канале 2 через отверстия 8. Усеченный проводящий канал 2 со сквозным проходом - соплом 3 в нижней торцевой части устройства направляет струю – гидромонитор под углом к забою или под углом - при вращении.

В работах [10, 11] рассматриваются движения тел в вертикальном потоке и приводится график зависимости скорости погружения частиц твердого сплава от их размера.

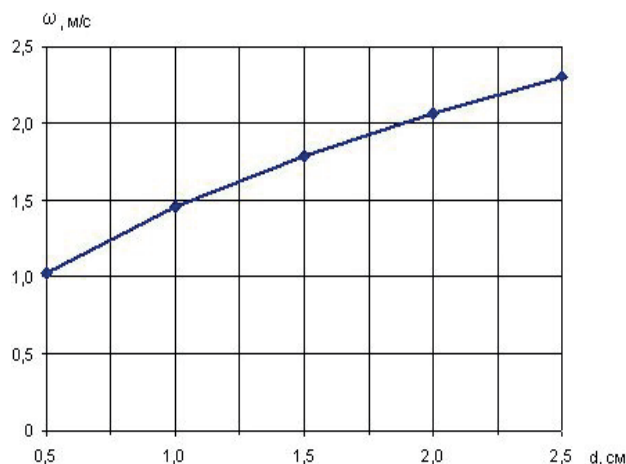


Рисунок 4 – Зависимость скорости погружения частиц твердого сплава от их размера

Определяющими параметрами работы шламометаллоуловителей, основанных на гидравлическом принципе, являются величина давления струи жидкости, скорость движения восходящего потока, обеспечивающиеся подачей буровых насосов.

Величина давления струи (\$P\_c\$) на тело, находящееся на забое скважины, определяется по формуле [12]:

$$P_c = \rho \cdot Q \cdot \vartheta_c (1 - \cos \alpha) \quad (1)$$

где \$\rho\$ - плотность промывочной жидкости;

\$Q\$ - производительность буровых насосов;

\$\vartheta\_c\$ - скорость истечения струи из сопла 3;

\$\alpha = 30^\circ\$ - приведенный угол направления

струи к забою.

Из формулы (1) видно, что чем больше угол \$\alpha\$, тем выше давление на препятствие. Площадь проходного сечения сопла 3 (\$S\$) определяют из формулы:

$$\lim \vartheta_c = Q / S_c \quad (2)$$

т.е.

$$S = Q / \vartheta_c$$

тогда диаметр (\$d\$) и количество (\$n\$) отверстий находим по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot n}} \quad (3)$$

при соблюдении условия:

$$\lim_{Q \rightarrow \max} \vartheta_{\tilde{n}} > \vartheta_l = w \sqrt{(d_l - d_o) \Delta \rho / \rho} \quad (4)$$

где \$\vartheta\_{\tilde{n}}\$ - скорость падения металлического предмета в жидкости;

\$d\_{nn}\$, \$d\_{ш}\$ - приведенные диаметры сечения подъемной полости 4 и извлекаемого металлического предмета;

\$\Delta \rho = \rho\_o - \rho\$ - перепад плотностей металлического предмета и жидкости;

\$w = 5,1 \cdot i^{1/2} / \tilde{n}\$ - расчетный коэффициент для шарообразных тел.

Оседание в полость – накопитель металлических (или других) предметов происходит из-за увеличения проходного сечения выше накопительной полости, где скорость восходящего потока резко падает и предмет попадает в накопитель под собственным весом.

На основе проведенных теоретических исследований можно сделать следующие выводы:

1. Гидравлический способ обеспечивает надежное извлечение посторонних предметов с забоя скважин.

2. Разработана новая конструкция шламометаллоуловителя, позволяющая извлекать с забоя глубоких скважин мелкие и крупные металлические и неметаллические предметы.

3. Предложенная конструкция ШМУС проста в изготовлении и надежна в работе и может изготавливаться на базе производственного обслуживания (БПО) собственными силами Управления буровых работ (УБР).

4. Предложена методика гидравлического расчета работы шламометаллоуловителя новой конструкции, позволяющая рассчитывать режим работы ШМУС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И.К. Бикбулатов, С.А. Заурбеков, М.М. Майлибаев. Совершенствование технических средств для очистки забоев нефтяных скважин. Аналит. обзор. – Алма-Ата, 1991.

2. Пустовойтенко И.П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. – М.: Недра, 1988.
3. Э.А. Акопов. Очистка забоев глубоких скважин. – М: Недра, 1970.
4. Опыт применения металлошламоуловителей при роторном и турбинном бурении. П.Н. Коряпаев, Н.А. Мальковский, В.И. Ткаченко и др. // НТС «Бурение». – 1982. – № 12.
5. К.В. Иогансен. Спутник буровика. – М.: Недра. – 1981. – 200 с.
6. А.с. 855188 СССР. Металлоуловитель /ЦНИЛ ПО "Куйбышевнефть"/ 7 Бюл. № 30. – 1981.
7. Гидромеханический паук для подъема крупных кусков металла с забоя скважин. – М.: ВНИИОЭНГ, 1979 (Научн. – техн. сб. / ВНИИОЭНГ; Вып.7).
8. О.М. Бочковський. Патент України № 64595. Калібратор-металоуловлювач. – Опубл. 17. 07. 06. – Бюл. № 7.
9. С.А. Заурбеков, К.С. Заурбеков. Шламометаллоуловитель. – Патент РК №31375. – 08.07. 2016г.
10. А.М. Бочковский, А.О.Казьмин Металлоуловители-калибраторы новой конструкции. Институт сверхтвердых материалов им. Бакуля НАН Украины. – Киев. – Вып. 11. Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. 2008.
11. B. Lotto, K.W. Chow. Transport of capsules in vertical pipelines. // Jornal of Pipelines. – N3. – pp.109-122, 1982.
12. К.Г. Асатур. Механика рабочих струй гидромониторов для подземных работ: Автореферат Дис. д-ра техн. наук. – 37с.

## REFERENCES

1. K. Bikbulatov. S.A.Zaurbekov. M.M.Maylibayev Sovershenstvovaniye tekhnicheskikh sredstv dlya ochistki zaboyev neftyanykh skvazhin. Analit.obzor. Alma-Ata.1991.
2. I.P. Pustovoytenko. Preduprezhdeniye i likvidatsiya avariyy v bureanii. – М.: Nedra. 1988.
3. E.A. Akopov. Ochistka zaboyev glubokikh skvazhin – М»: Nedra. 1970.
4. Opyt primeneniya metalloshlamouloviteley pri rotnom i turbinnom bureanii. P.N. Korypayev. N. A. Malkovskiy. V. I. Tkachenko i dr. // NTS «Bureniye». – 1982. – №
5. K.V. Iogansen. Sputnik burovika. – М.: Nedra. – 1981. – 200 s.
6. A.s. 855188 SSSR. Metalloulovitel /TsNIL PO "Kuybyshevneft"/ 7 Byul. № 30. – 1981.
7. Gidromekhanicheskiy pauk dlya podyema krupnykh kuskov metalla s zaboya skvazhin. – М.: VNIIOENG. 1979 (Nauchn.-tekhn. sb. / VNIIOENG; Vyp.7).
8. O.M. Bochkovskiy. Patent Ukraïni № 64595. Kalibrator-metaloulovlyuvach – Opubl. 17. 07. 06. Byul. № 7.
9. S.A. Zaurbekov, K.S. Zaurbekov. Shlamometalloulovitel. Patent RK №31375 08.07. 2016g.
10. A.M. Bochkovskiy. A.O.Kazmin Metallouloviteli-kalibratory novoy konstruktсии. Institut sverkhтвердых материалов им. Bakulya NAN Ukrainy. g. Kiyev. Vypusk 11. Porodorazrushayushchiy i metaloobratyvayushchiy instrument – tekhnika i tekhnologiya ego izgotovleniya i primeneniya. 2008.
11. B. Lotto. K.W. Chow. Transport of capsules in vertical pipelines. // Jornal of Pipelines.– N3. – P.109-122. 1982.
12. K.G. Asatur Mekhanika rabochikh struy gidromonitorov dlya podzemnykh rabot: Avtoreferat Dis.d-ra tekhn. nauk – 37s.

---

**Information about authors:**

1. Zaurbekov Seitzhan Aryspekovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Professor of KazNRTU named after K.I.Satpayev.

Email: s.zaurbek@mail.ru

ORCID ID: [https://orcid.org/ 0000-0001-8025-0824](https://orcid.org/0000-0001-8025-0824)

2. Zhankimanova Galiya Nurgalieвна – 1st year PhD student, KazNRTU named after K.I.Satpayev.

Email: galiya\_28@mail.ru

3. Zaurbekov Kadyrzhan Seitzhanovich – 3rd year PhD student, KazNRTU named after K.I.Satpayev.

Email: kadmen.95@mail.ru

ORCID ID: [https://orcid.org/ 0000-0001-7425-7448](https://orcid.org/0000-0001-7425-7448)