

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ВНУТРИ ПРИ БОРТОВОГО МАССИВА

Анарбаев Халим Пахритдинович

*старший преподаватель кафедры «Горное дело» Алмалыкского филиала
Ташкентского государственного технического университета, Узбекистан,
Алмалык E-mail: axf6011992@gmail.com*

Ключевые слова: Деформация, наблюдательных скважин, длины, оползневого зоно, массив, нижней границы, диаметр внешний, диаметр внутренний, толщина стенок, плотность, зоне сдвигов, горных пород, взрывных работ.

Keywords: *Deformation, observation wells, length, landslide zone, array, lower bound, outside diameter, internal diameter, wall thickness, density, shear zone, rocks, blasting.*

Kalit so'zlar: *Deformatsiya, kuzatuv quduqlari, uzunlik, ko'chki zonasi, massiv, pastki chegara, tashqi diametr, ichki diametr, devor qalinligi, zichlik, siljish zonasi, tog' jinsi, portlatish ishlari.*

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение удельного веса добычи полезных ископаемых в Республике Узбекистан происходит как за счет ввода новых мощностей, так и за счет реконструкции существующих горных предприятий, применения более совершенной технологии на базе новой техники, механизации и автоматизации производственных процессов.

При современных достижениях горной науки и техники представляется возможным и экономически целесообразным вести разработку открытым способом на глубинах 500—700 м и более. Однако, вместе с ростом глубины карьеров увеличивается также и срок службы их бортов. Характерной чертой современного этапа развития открытых работ является также вовлечение в эксплуатацию месторождений со сложными горно-геологическими условиями, что приводит к ведению горных работ при деформирующихся бортах карьера.

Практика показывает, что почти все открытые горные работы сопровождаются оползневыми явлениями. Наличие оползней и масштабных обрушений в карьерах наряду со значительным материальным ущербом нарушает правильное и безопасное ведение горных работ и вызывает значительные потери полезного ископаемого.

Правильное решение вопросов обеспечения устойчивости откосов на карьерах, своевременное предотвращение проявляющихся деформаций и корректировка углов откосов в зависимости от изменяющейся горно-геологической обстановки невозможны без постоянного контроля со стороны

геолого-маркшейдерской службы горных предприятий за состоянием откосов уступов, бортов и отвалов карьеров.

По мере постановки бортов в предельное положение маркшейдерская служба должна проводить упрощенные и инструментальные наблюдения, необходимый объем которых из рекомендуемого инструкцией комплекса работ на каждом карьере определяется техническим руководством и после согласования с местным органом Госгортехнадзора утверждается вышестоящей организацией.

Методика и точность маркшейдерских измерений определяется масштабами горных разработок, величинами и скоростями развития деформационных процессов.

Весь комплекс работ по обеспечению устойчивости откосов на карьерах состоит из наблюдений за деформациями откосов, расчетов устойчивости, для установления их оптимальных параметров, разработки и осуществления мероприятий по предотвращению нарушений устойчивости откосов.

Основная часть

Выявление глубинных деформаций методом заклинивающихся цилиндров

Для обнаружения места и момента возникновения искривления и установления границ зоны деформирования и кривизны рекомендуется метод заклинивания цилиндров, основанный на принципе заклинивания в наблюдательной скважине цилиндров определенной длины и диаметра. Простота метода позволяет значительно сократить время измерений и проводить систематические наблюдения с необходимой частотой.

Измерения методом заклинивания цилиндров осуществляют в следующей последовательности (рис. 1.1):

1. В обсаженную гибкими трубами наблюдательную скважину, расположенную в деформирующемся откосе, периодически опускают удлиненный цилиндрический груз до момента его заклинивания при опускании в искривлении обсадной трубы от оползневых смещений у верхней границы зоны оползневого деформирования массива. Начальную длину опускаемого груза рассчитывают по формуле:

$$l_n = \sqrt{\frac{8 \cdot a \cdot 180}{\pi \cdot \Delta\theta_{\gamma d}}} \quad (1.1.)$$

a — разность между внутренним диаметром обсадной трубы и диаметром заклиненного цилиндрического груза, м;

$\Delta\theta_{\gamma d}$ — чувствительность цилиндрического груза к начальным искривлениям скважины (интенсивность зенитного искривления обсадной трубы от начальных смещений в массиве, фиксируемых цилиндрическим грузом выбранной начальной длины l_n , градус/м.

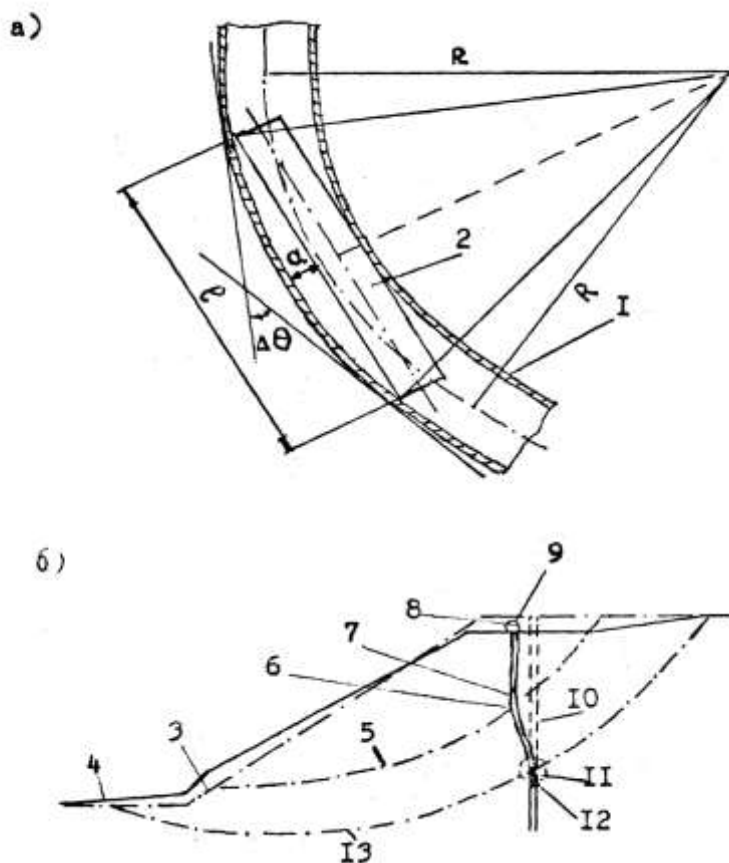


Рис. 1.1. Обнаружение глубинных оползневых деформаций и установление границ зоны деформирования в откосах методом заклинивания цилиндров:

а — схема определения кривизны обнаруженного искривления наблюдательной скважины; б - схема установления зоны деформирования в откосе; 1 — обсадная труба; 2 — заклиненный цилиндрический груз; 3 — исходный контур откоса; 4 — контур деформированного откоса, 5 и 13 — границы зоны сдвигового деформирования прибортового массива; 6 и 12 — начало и конец искривления наблюдательной скважины; 7 — искривленное положение скважины в деформированном откосе; 8 — мерный трос; 9 — лебедка; 10 — исходное положение наблюдательной скважины; 11 — удлиненный цилиндрический груз.

2. Для установления нижней границы зоны деформирования на дно скважины на мерном тросике опускают цилиндрический груз заданной длины и чувствительности, определяемой по зависимости:

$$l_3 = \sqrt{\frac{8 \cdot a \cdot 180}{\pi \cdot \Delta\theta_{\text{уд}}}} \leq l_{\text{max}} \quad (1.2.)$$

где: $\Delta\theta_{\text{уд.з}}$ — интенсивность зенитного искривления обсадной трубы, которую предполагают зафиксировать у нижней границы смещений и обнаруживают цилиндрическим грузом заданной длины l_3 , град. /м;

l_{max} — установленная максимальная длина цилиндрического груза данного диаметра, свободно проходящего верхнюю часть искривления, м.

Опущенный цилиндрический груз заданной длины l_3 периодически подтягивают кверху до тех пор, пока не произойдет его заклинивание в месте искривления обсадной трубы у нижней границы оползневых смещений; по мерному тросику определяют местоположение нижней границы смещений в оползневом массиве с интенсивностью искривления скважины под влиянием деформирования окружающего ее массива $\Delta\theta_{уд.з}$ (рис. 1.1.б)

Определение смещений и глубинных деформаций методами инклинометрии.

Для определения смещений и глубинных деформаций внутри массива могут быть рекомендованы наиболее разработанные в настоящей момент методы инклинометрии, рис. 1.2, 1.3.

Для изучения оползней рекомендуется применять стандартные малогабаритные инклинометры МИ-36, МИ-30, УМИ-25. Могут быть использованы также инклинометры типа КИТ-1 (ИК-2).

Путем повторного измерения обсадной трубы от ее первоначального положения с помощью инклинометра могут быть установлены: величина, направление и скорость возникающих перемещений для любого количества точек этого профиля.

Для измерений методами инклинометрии глубинных деформаций в откосах рекомендуются для обсадки наблюдательных скважин гибкие пластмассовые трубы, которые реагируют даже на самые небольшие деформации пород в массиве, а при нарастании деформаций — плавно изгибаются согласно деформации пород массива, окружающих обсадные трубы совместно с боковыми породами.

Полиэтиленовые трубы с внешним диаметром 63—90 мм могут применяться в бухтах, что значительно облегчает работы по обсадке и оборудованию наблюдательных скважин и упрочняет в целом всю колонну обсадных труб. При использовании для обсадки скважин полиэтиленовых труб диаметром 110—140 мм их следует соединять на специальной конической резьбе (для толстостенных труб) или методом тепловой сварки (для тонкостенных труб). Основные технические характеристики труб тяжелого (Т) типа из полиэтилена высокой плотности (ПВП), рекомендуемых к применению, приведены в табл. 1.1.

Исследованиями установлено, что внутри наблюдаемого оползневого массива при проведении инклинометрии целесообразнее и проще определять деформации не линейные, а угловые — деформации сдвига. Величину деформации сдвига в интересующем интервале пород оценивают по углу поворота (величине изменения зенитного угла) ствола наблюдательной скважины в этом интервале. При этом предполагается, что направление деформаций в массиве известно и с глубиной остается постоянным (т. е.

азимутальный угол искривления скважины известен, не меняется с глубиной и в расчетах смещения ствола скважины не учитывается).

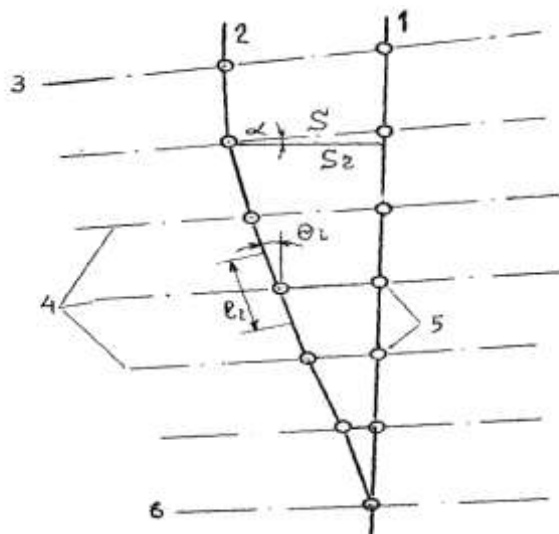


Рис. 1.2. Схема определения величины смещений и деформаций сдвига массива методом инклинометрии вертикальной скважины: 1 и 2 — оси скважины до и после деформации; 3 и 6 — границы зоны сдвигов; 4 — направления перемещения пород; 5 — точки инклинометрических замеров.

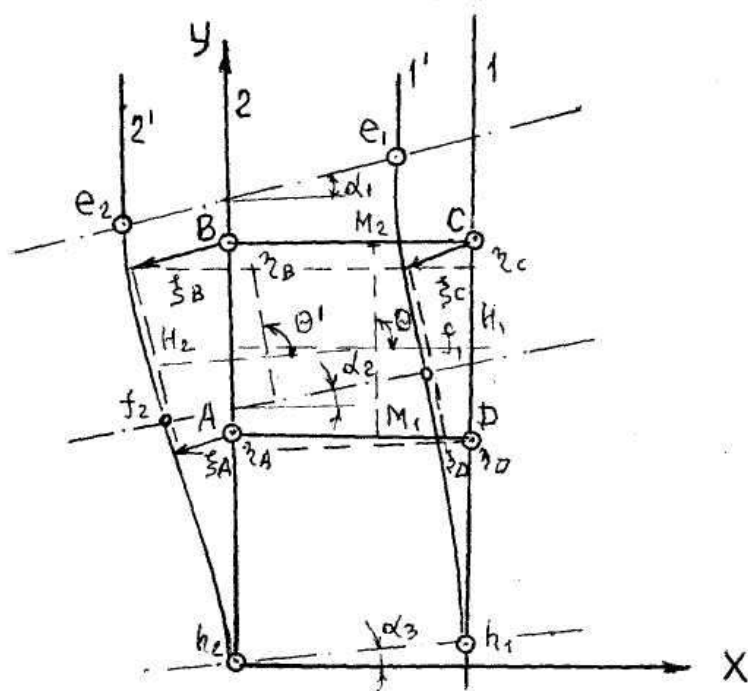


Рис. 1.3. Схема определения смещений и деформаций массива методом инклинометрии спаренных скважин: 1 и 2 — оси спаренных скважин до искривления; 1' и 2' — то же после искривления; $e_1, e_2, h_1, h_2, f_1, f_2$ — соответственно точки начал, концов и перегибов искривлений; АБСД — исследуемый блок массива; H_1, H_2, M_1, M_2 — размеры блока; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ — углы наклонов направлений перемещений пород.

Деформации сдвига в породах в интервалах измерений в районе формирования поверхности скольжения определяют по данным инклинометрии вертикальной скважины по следующим формулам:

для нисходящего участка поверхности скольжения (рис. 1.3)

$$\gamma_{\max} = \operatorname{tg}(\theta_i - \alpha) + \operatorname{tg}\alpha, \quad (1.3.)$$

для восходящего участка поверхности скольжения (на участке вала выпирания):

$$\gamma_{\max} = \operatorname{tg}(\theta_i + \alpha) + \operatorname{tg}\alpha, \quad (1.4.)$$

γ_{\max} — максимальная деформация сдвига в массиве в пределах интервалов измерений длиной l_i ;

θ_i — средние зенитные углы ствола скважины в указанных интервалах измерений, градус;

α — угол наклона к горизонту линий смещений в массиве, градус.

Основные технические характеристики труб тяжелого типа из полиэтилена высокой плотности

Таблица 1.1.

Технические характеристики	Типы труб					
	ПВП-63	ПВП-75	ПВП-90	ПВП-110	ПВП-125	ПВП-140
Диаметр внешний, мм	63	75	90	110	125	140
Диаметр внутренний, мм	52	61	74	90-73	102-88	115-103
Толщина стенок, мм	5,7	6,8	8,2	10,0-18,5	11,5-18,5	12,5-18,5
Плотность, г\см ³	-	-	-	0,95	-	-
Масса погонной длины (м) труб кг	-	-	-	1,06-2,13	-	-
Модуль упругости, кг\см ²	-	-	-	8000	-	-
Предел прочности на разрыв, кг\см ²	-	-	-	210	-	-
Относительное удлинение при разрыве, %	-	-	-	210	-	-

Полные смещения пород в зоне сдвигов рассчитываются по формуле:

$$S = \frac{1}{\cos\alpha \cdot S_r} = \frac{1}{\cos\alpha(\Delta x_0 + \sum_{i=1}^n l_i \sin\theta_i)} \quad (1.5.)$$

где:

S_r — горизонтальная проекция вектора смещения пород, м;

Δx_0 — горизонтальное смещение пород в нижней границе зоны сдвигов, м;

n — число интервалов измерений в зоне сдвигов;

l_i — длина i -го интервала измерения, м;

θ и α — то же, что и в формулах (1.3) и (1.4).

Наклон поверхности скольжения оползневых деформаций, т.е. угол наклона к горизонту линий смещений в массиве α определяют по результатам

маркшейдерских наблюдений на оползневом участке или методом инклинометрии спаренных скважин. Однако перемещения пород в зоне сдвигов можно оценивать и при отсутствии данных маркшейдерских наблюдений. В этом случае смещения пород в зоне сдвигов оценивают величиной их горизонтальных проекций:

$$S_r = \Delta x_0 + \sum_{i=1}^n l_i \sin \theta_i \quad (1.6.)$$

Метод инклинометрии спаренных скважин позволяет определять внутри исследуемого деформирующегося массива направление и углы векторов смещений горных пород α , величины которых в зоне деформирования плавно изменяются с глубиной, а также величины смещений и деформаций.

Метод инклинометрии спаренных скважин заключается в следующем (рис. 1.3):

1. С поверхности борта бурят спаренные вертикальные наблюдательные скважины, устья спаренных скважин располагают по линии плавного смещения поверхности борта, устанавливаемого предварительными маркшейдерскими наблюдениями, расстояние между скважинами выбирают таким образом, чтобы оконтурить ими изучаемый блок горного массива; в зависимости от параметров (высоты) борта оно может составлять 5 — 25 м. Инклинометрическими измерениями определяют вначале исходное, а затем искривленное положение скважин, а промерами глубины определяют абсолютные отметки начал и концов искривленных участков скважин, а также точек перегиба искривлений.

2. На чертеже в крупном масштабе изображают исходные и искривленные профили скважин; соединяют начала, концы и точки перегиба искривлений спаренных скважин между собой и по наклону соединяющих отрезков устанавливают углы наклона к горизонту линий смещений массива в зоне деформации. При этом отрезки прямых между исходным и искривленным положением скважин, проведенные по направлению перемещения в массиве, будут векторами смещений массива.

3. Величины деформаций массива определяют по векторам смещений горных пород по формулам:

$$E_x = (\xi_c + \xi_d - \xi_b - \xi_a) / (M_1 + M_2) \quad (1.7.)$$

$$E_y = (\eta_b + \eta_c - \eta_a - \eta_d) / 2 * H_1 \quad (1.8.)$$

$$\gamma_{xy} = \text{tg}(\theta - \theta^1) = \text{tg} \left[\text{arctg} \frac{2H_1}{M_2 - M_1} \left(\text{arctg} \frac{\eta_b + \eta_c - \eta_a - \eta_d + 2H_1}{\xi_b + \xi_c - \xi_a - \xi_d + M_2 - M_1} - \text{arctg} \frac{\eta_c + \eta_d - \eta_b - \eta_a}{\xi_c + \xi_d - \xi_b - \xi_a + M_2 - M_1} \right) \right] \quad (1.9.)$$

E_x и E_y — деформация массива горных пород, соответственно в горизонтальном и вертикальном направлении;

γ_{xy} — деформация сдвига массива горных пород соответственно в плоскости X, Y и в плоскости наибольших сдвигов с координатными осями, повернутыми относительно осей X и Y на величину угла α ;

α — угол наклона к горизонту векторов смещений горных пород внутри массива, градус;

ξ a, b, c, d и η a, b, c, d — горизонтальные и вертикальные составляющие векторов смещений горных пород в любых, образующих в массиве прямоугольники, четырех точках a, b, c, d стволов спаренных скважин, м;

N_i и M_i - размеры выбранного в массиве прямоугольного блока горных пород, м.

4. В случае необходимости наблюдательные спаренные скважины могут быть пробурены (например, из подземной выработки) параллельно друг другу с азимутом наклона их стволов, совпадающим с направлением линии векторов смещений на поверхности массива. Устья скважин при этом также располагают на одной линии вдоль направления векторов смещений.

По изменению во времени величины сдвига и смещения пород в деформирующемся массиве откосов и профиля искривления наблюдательных скважин оценивают динамику процесса оползневого деформирования смещающих наблюдательных скважин горных пород.

Упрощенные наблюдения за деформациями при сейсмическом воздействии взрывов.

При ведении горных работ буровзрывным способом необходимо проводить наблюдения за деформациями откосов бортов карьеров под влиянием взрывных работ. Результаты наблюдений используются для определения зон остаточных деформаций, в пределах которых должна применяться специальная технология ведения буровзрывных работ, способствующая уменьшению влияния взрывов на деформации массива (микрозамедленное взрывание, применение наклонных заоткашивающих скважин и т. д.) при подходе борта к предельному проектному контуру.

Наблюдения могут проводиться с применением высокоточной измерительной аппаратуры (сейсмостанции, тензодатчики и пр.) и более простыми методами (наблюдательные станции с металлическими реперами или конусами-индикаторами, устройство бетонных или гипсовых дорожек, покрытие поверхности откоса известковым раствором или специальным красителем и пр.).

Наблюдательные станции с металлическими реперами закладываются на горизонтах, подготавливаемых к массовым взрывам. Станции состоят из 1—3 профильных линий, направленных вкrest простирания уступа. Линии, как правило, включают 10—12 рабочих и 1-2 опорных репера. Расстояние между соседними рабочими реперами составляет около 2 м. Опорные репера закладываются по возможности вне зоны остаточных деформаций. Опорные и рабочие репера представляют собой стальные штыри длиной порядка 3 м и диаметром 15—20 мм с накерненными оголовками. На станции проводятся две серии наблюдений: первая — накануне взрыва и вторая — после взрыва.

Наблюдения состоят из нивелирования реперов и измерения расстояний между ними. Кроме того, проводится съемка верхней и нижней бровок уступа (до взрыва и после), расположения взрываемых скважин и всех видимых трещин на берме уступа в районе взрыва. Регистрация смещений реперов по профильным линиям позволяет установить размеры деформированного участка и величину остаточных деформаций.

Бетонные и гипсовые дорожки закладываются на площадках борта и служат для обнаружения микродеформаций поверхности.

Покрытие откосов гипсовым раствором или специальными красителями позволяет судить о характере и области деформирования трещиноватых горных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Анарбаев Х.П. Прогноз удароопасности участков массива горных пород, *Central Asian Academic Journal of Scientific Research*, ст 104-117, 2022.
2. Певезнер М.Е., Иофис М.А., Попов В.Н. Геомеханика. Учебник. М.: МГГУ, 2005.
3. Баклашов В.И. и др. Геомеханика Учебник. МГГУ. Основы геомеханики. 2004. 1-том.
4. Д.Х Бердиева, “Совершенствования закладочных работ в системе разработки месторождения Каульды», *Экономика и социум*, ст.509-513, 2020 г.
5. Субанова Зарнигор Абдинаби қизи Бердиева Дилрабо Хасановна, «К вопросу снижения себестоимости закладочных работ при система разработки горизонтальными слоями с закладкой» *Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, ст. 674-679. 2021/5
6. Бердиева Дилрабо Хасановна Касимов Мухиддин Адилевич. «Выбор оптимального варианта системы разработки на руднике каульды» *Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, ст 235-240, 2021/7
7. Д.Х БЕРДИЕВА, Ш.Ш МАМАЗИЁЕВА, «Преимущества камерно столбовой системы разработки на месторождение Кавульды» *ЭКОНОМИКА И СОЦИУМ* ст 303-307 2021г
8. Abdusamatova N.S., Abiyev O.H. Use of inclined lifts in the development of environmentally friendly transport technologies for deep quarries.// *European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS)* Vol. 2 №.4, April 2021
9. Абдусаматова Н.С. / Сопоставительный анализ доставки руды различными видами транспорта из месторождений с глубоких горизонтов // *Oriental renaissance*. №4, VOL 1. ISSUE 4. ISSN 2181-1784. SJIF 2021. С 463-469
10. Сохибов И.Ю., Анарбаев Х.П. Маркшейдерское обеспечение комплексного освоения ресурсов горнодобывающих регионов// *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences* ISSN: 2181-144X Per. № 7.10.11.2020

11. Шакаров Б. Ш., Рахматуллаев И. М. Регулирование режима горных работ и экономические показатели планирования. // Uz ACADEMIA Том 1. 2021

12. Анарбаев Х.П. Разработка рациональной схемы обогащения лежалых хвостов вольфрама применительно руднику ингички, *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, ст 51-64, 2021.

13. Рахматуллаев И.М., Разработка эффективный способа буровзрывных работ обеспечивающий проектный сечения горизонтальных подземных горных выработок, *Central Asian Academic journal of Scientific Research*. ISSN 2181-2489. Volume 2. ISSUE 3. 2022.

14. Анарбаев Х.П. Тепақўтон туз конида қазиб олиш самарадорлигини оширишда маркшейдерлик таъминоти. *O'zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali*. Volume 1. ISSUE 9. 2022.

15. Анарбаев Х.П. Применение нормативно-правовых документов по маркшейдерскому обеспечению горных предприятий. Академик Т.М. Миркомилонинг 80 йиллигига бағишланган университет миқёсидаги талаба ва ёш олимларнинг илмий-тадқиқот ишларида “Инновацион ғоялар ва технологиялар” мавзусидаги илмий-амалий анжумани. Тошкент 2019.

16. Anarbayev X.P. RUX GIDROMETALLURGIYASIDA INDIYNI AJRATIB OLISH. *Международный научный журнал № 4 (100), часть 1 «Новости образования: исследование в XXI веке»* ноябрь, 2022 г