

А. Е. Лестев

ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ БУРОВЫХ РЕАГЕНТОВ, ПОСТАВЛЯЕМЫХ ИЗ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ КИТАЯ

Ключевые слова: нефтедобыча, входной контроль, контроль качества, оценка соответствия, ксантановая смола, полианионная целлюлоза, буровой реагент, ротационный вискозиметр.

В статье представлены результаты оценки соответствия реагентов для бурения нефтяных скважин, произведенных и поставленных на территорию России из Китая. Представлено текущее состояние российско-китайского сотрудничества в области поставки нефтепромысловой химии и реагентов для бурения нефтяных и газовых скважин. Показано, что импорт ксантановой смолы и гуаровой камеди необходим и безальтернативен из-за отсутствия в России сырья для производства данных типов буровых реагентов. Актуальность исследования обусловлена текущей ситуацией санкционного давления и торгово-экономической блокады со стороны западных стран, что придает сотрудничеству с Китаем в различных областях промышленности стратегический характер. После ухода западных компаний именно Китай заместил огромные объемы химических реагентов для добычи нефти, в связи с чем необходимо проводить контроль китайской химии с точки зрения эффективности и безопасности применения на объектах нефте- и газодобычи. В работе использованы методы вискозиметрии, гравиметрии, ситового анализа. Протестированы два образца ксантановой смолы и один образец низковязкой полианионной целлюлозы. В результате испытаний показано, что качество буровых реагентов китайского производства соответствует требованиям российских и международных стандартов. Кроме того выявлены новые технические возможности при определении вязкости на ротационном вискозиметре, заключающиеся в возможности использования ротационного вискозиметра, оснащенного скручивающей пружинной f1, вместо указанного в международном стандарте ISO 13500 ротационного вискозиметра, оснащенного скручивающей пружинной f0.2. При этом выявлен коэффициент пересчета результатов испытаний. В работе также показана маловероятность присутствия хлороорганических соединений в составе полианионной целлюлозы и ксантановой смолы.

А. Е. Lestev

COMPLIANCE ASSESSMENT OF DRILLING REAGENTS SUPPLIED FROM NORTHERN REGIONS OF CHINA

Key words: oil production, incoming control, quality control, conformity assessment, xanthan gum, polyanionic cellulose, drilling reagent, rotational viscometer.

The article presents the results of conformity assessment of reagents for oil well drilling, produced and supplied to Russia from China. The current state of Russian-Chinese co-operation in the field of supply of oilfield chemicals and reagents for drilling oil and gas wells is presented. It is shown that the import of xanthan gum and guar gum is necessary and alternative-free due to the lack of raw materials for the production of these types of drilling reagents in Russia. The relevance of the study is due to the current situation of sanctions pressure and trade and economic blockade by Western countries, which gives cooperation with China in various industrial areas a strategic nature. After the withdrawal of Western companies it was China that replaced huge volumes of chemical reagents for oil production, in this connection it is necessary to control Chinese chemistry in terms of efficiency and safety of application at oil and gas production facilities. The methods of viscometry, gravimetry, sieve analysis were used in this work. Two samples of xanthan resin and one sample of low viscosity polyanionic cellulose were tested. As a result of the tests it was shown that the quality of Chinese-made drilling reagents meets the requirements of Russian and international standards. In addition, new technical possibilities for viscosity determination on the rotational viscometer have been revealed, which consist in the possibility of using a rotational viscometer equipped with a torsion spring f1, instead of a rotational viscometer equipped with a torsion spring f0.2, specified in the international standard ISO 13500. The work also shows the unlikelihood of organochlorine compounds in the composition of polyanionic cellulose and xanthan gum.

Введение

Буровой раствор для нефтегазовых скважин представляет собой многокомпонентную дисперсную систему на основе бентонитовой глины с добавлением модифицирующих добавок: ингибиторов глин, бактерицидов, понизителей трения, регуляторов вязкости, рН, водоотдачи, а также других добавок в зависимости от условий и сложности бурения.

Модифицирующие добавки позволяют буровому раствору достигать необходимых показателей и сохранять свои технологические свойства в процессе бурения. Главной задачей, безусловно,

является недопущение прихвата бура, кроме того важен вынос бурового шлама и уменьшение расхода воды.

Обычно сервисные буровые компании заказывают буровые реагенты для приготовления бурового раствора напрямую у производителей или же через дилеров буровой химии. Лидеры мирового бурения – Halliburton и Schlumberger использовали в России буровые реагенты своих европейских и американских поставщиков, однако после резкого падения курса рубля в 2014 году [1, с. 69] и обвала фондового рынка в 2020 году [2, с. 268] даже такие мировые гиганты были вынуждены переключиться

на поиск российских и китайских поставщиков буровой химии [1, 69].

Поставка в Россию химреагентов для нефтепромысловой подготовки нефти, реагентов для повышения нефтеотдачи пластов и буровых реагентов требует наличия системы оценки качества и безопасности химпродуктов для жизни и здоровья человека, окружающей среды, а также проверки эффективности данных реагентов. Так, при сертификации химреагентов в системах ТЭК «Нефтепромхим» или ТЭК «НефтеГазЭксперт» проводится комплекс испытаний по оценке соответствия продукции требованиям нормативных документов, определению пожароопасных свойств [3] и хлороорганических соединений [4].

Среди ввозимых в Россию буровых реагентов особо стоит отметить природные полимеры — ксантановую смолу и гуаровую камедь, производство которых в России не налажено из-за отсутствия исходного сырья [5]. В условиях экономических санкций и технологической блокады со стороны США [6] вся буровая химия поставляется напрямую из Китая без контроля со стороны мировых нефтесервисных компаний.

В мировой практике при проверке качества и оценке соответствия буровых реагентов опираются на международный стандарт ISO 13500 [7], который по своей сути является версией стандарта Американского нефтяного института API 13A [8]. И хотя российская сторона участвовала в разработке и голосовании по стандарту ISO 13500, и даже существует официальный русский перевод, однако в России международные стандарты не считаются документами по стандартизации в соответствии с федеральным законом «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 № 162-ФЗ [9]. В России на основе ISO 13500 был разработан ГОСТ Р 56946 [10], который оказался модифицированным по отношению к международному стандарту, т.к. были добавлены требования к смазывающим добавкам для буровых растворов и оксиэтилированным карбоксиметилированным эфирам целлюлозы, используемым в минерализованных буровых растворах [10, с. 16].

Целью исследования является оценка соответствия требованиям российских и международных стандартов китайских буровых реагентов, предназначенных для применения в технологических процессах строительства и ремонта скважин на нефтедобывающих предприятиях России.

Экспериментальная часть

Для достижения цели настоящего исследования были отобраны три образца буровых реагентов:

- 1) Ксантановая смола производства компании «Deosen Corporation Ltd.», расположенной в городе Ордос Внутренней Монголии – автономного района на севере Китая.
- 2) Ксантановая смола – Xanthan gum FUFENG производства компании Xinjiang Fufeng Biotechnologies Co., Ltd., подразделение которой находится в Синьцзян-Уйгурском автономном районе на Северо-Западе Китая, который граничит с Республикой Алтай. Офис же головной компании Fufeng расположен в

Циндао – портовом городе в провинции Шаньдун на востоке Китая.

- 3) Полианионная целлюлоза низкой вязкости – PAC-L, производства китайской компании «Shanghai Everest Fine Chemicals Co., Ltd.» из Шанхая.

Ксантановая смола представляет собой полисахарид природного происхождения, иногда характеризуется в качестве полисахаридного биополимера, производимого бактериями *Campestris Xanthomonas* из сахара и патоки, состоит из β -D-глюкозы, α -D-маннозы и α -D-глюкуроновой кислоты в соотношении примерно 3:3:2, частично этерифицированный уксусной и пировиноградной кислотами $(C_{35}H_{49}O_{29})_n$. Ксантановая камедь используется в нефтедобыче в качестве структурообразователя технологических жидкостей, используемых для бурения нефтяных и газовых скважин. Ксантановая смола является отличной добавкой для буровых растворов и превосходным реагентом для технологии повышения нефтеотдачи пластов. Благодаря высокой теплостойкости, ксантановая смола – надёжный вытесняющий и загущающий агент.

Полианионная целлюлоза используется в буровых растворах в качестве регулятора вязкости и понизителя водоотдачи в буровых растворах на водной основе. ПАЦ предотвращает смачивание и оползание в скважину глины и глинозема, препятствуя размыву их водой. Также ПАЦ препятствует потере напора на трение потока, возникающей, как правило, при вертикальном и горизонтальном бурении. ПАЦ является эффективным реагентом в насыщенных солевых и магниевых растворах. Проявляет стойкость к загрязнению ионами кальция.

Образцы испытывали по ГОСТ Р 56946 и ISO 13500 по показателям:

- для полианионной целлюлозы: 1) присутствие крахмала или его производных; массовая доля воды; кажущаяся вязкость и объем фильтрата;
 - для ксантановой смолы: присутствие крахмала, гуара или их производных, содержание влаги, ситовый анализ, вязкость на ротационном вискозиметре с прямой индикацией и вязкость по Брукфильду при низкой скорости сдвига.
- Использовали следующее лабораторное оборудование и средства измерения:
- Термометр контактный цифровой ТК-5.06 с зондом ЗПГ-150.
 - Секундомер механический СОПр-2а-2-010.
 - Мешалка IKA Eurostar 20 digital.
 - Электронные аналитические и прецизионные весы ACCULAB ALC-1100d2.
 - Вискозиметр Фанн 35SA (R1:B1; f1).
 - Вискозиметр 8-ми скоростной OFITE модель 800.
 - Вискозиметр Брукфильда ротационный DV2TLV.
 - Миксер 3-х шпиндельный Hamilton Beach HND-400-CE.
 - Сито лабораторное 75 мкм.
 - Сито лабораторное 425 мкм.
 - Низкотемпературная лабораторная электропечь SNOL 67/350.

- Фильтр-пресс низкого давления и низкой температуры шестисекционный OFITE, модель 140-50.

Измерение вязкости и фильтрационных свойств буровых реагентов важно для определения их влияния на вязкостные и фильтрационные свойства буровых растворов. В стандарте ISO 13500 указано требование по измерению вязкости на ротационном вискозиметре, оснащённом скручивающей пружиной f0.2. Поскольку у нас также имеется ротационный вискозиметр, оснащённый скручивающей пружиной f1 - Вискозиметр Фанн 35SA (R1:B1; f1), то в работе было апробировано и измерение вязкости на нём с последующим сравнением результатов испытаний с

Вискозиметром 8-ми скоростным OFITE модель 800, оснащённым скручивающей пружиной f0.2.

Испытания проведены в испытательной лаборатории «НефтеГазЭксперт».

Результаты исследования

В таблице 1 представлены результаты испытаний Ксантановой смолы производства компании «Deosen Corporation Ltd.».

В таблице 2 представлены результаты испытаний Ксантановой смолы производства китайской компании «Xinjiang Fufeng Biotechnologies Co., Ltd.».

Таблица 1 – Результаты испытаний Ксантановой смолы производства китайской компании «Deosen Corporation Ltd.»

Table 1 – Test results of Xanthan resin produced by Chinese company "Deosen Corporation Ltd."

Определяемый параметр	НД на метод испытаний	Требования	Фактическое значение
1. Присутствие крахмала, гуара или их производных	ГОСТ Р 56946-2016 п.5.6.3.1-5.6.3.2	нет	нет
2. Содержание влаги, %	ГОСТ Р 56946-2016 п.5.6.3.3	Макс. 13	7,0
3. Угол закручивания пружины ротационного вискозиметра, град: - в дистиллированной воде при 600 об\мин - в минерализованном растворе при 600 об\мин - в морской воде при: 300 об\мин 6 об\мин 3 об\мин	ГОСТ Р 56946-2016 п.5.6.3.5	Мин. 30 Мин. 40 Мин. 55 Мин. 18 Мин. 16	35 65 63 22 19
4. Ситовой анализ, %: - частиц размером меньше 425 мкм - частиц размером меньше 75 мкм	ГОСТ Р 56946-2016 п.5.6.3.4	Мин. 95 Макс. 50	100 47,5
5. Вязкость в морской воде, сП, при 1,5 об\мин Брукфилд (Brookfield LV или равноценного)	ГОСТ Р 56946-2016 п.5.6.3.5	Мин.1950	2 132

Таблица 2 – Результаты испытаний Ксантановой смолы производства китайской компании «Xinjiang Fufeng Biotechnologies Co., Ltd»

Table 2 – Test results of Xanthan resin produced by the Chinese company "Xinjiang Fufeng Biotechnologies Co., Ltd"

Определяемый параметр	НД на метод испытаний	Требования	Фактическое значение
1. Присутствие крахмала, гуара или их производных	ГОСТ Р 56946-2016 п.5.6.3.1-5.6.3.2	нет	нет
2. Содержание влаги, %	ГОСТ Р 56946-2016 п.5.6.3.3	Макс. 13	9,0
3. Угол закручивания пружины ротационного вискозиметра, град: - в дистиллированной воде при 600 об\мин - в минерализованном растворе при 600 об\мин - в морской воде при: 300 об\мин 6 об\мин 3 об\мин	ГОСТ Р 56946-2016 п.5.6.3.5	Мин. 30 Мин. 40 Мин. 55 Мин. 18 Мин. 16	30 63 61 20,5 18
4. Ситовой анализ, %: - частиц размером меньше 425 мкм - частиц размером меньше 75 мкм	ГОСТ Р 56946-2016 п.5.6.3.4	Мин. 95 Макс. 50	100 48,9
5. Вязкость в морской воде, сП, при 1,5 об\мин Брукфилд (Brookfield LV или равноценного)	ГОСТ Р 56946-2016 п.5.6.3.5	Мин.1950	2 116

В таблице 3 представлены результаты испытаний полианионной целлюлозы низковязкой – PAC LV

производства китайской компании «Shanghai Everest Fine Chemicals Co., Ltd.».

Таблица 3 – Результаты испытаний полианионной целлюлозы низковязкой – PAC LV производства китайской компании «Shanghai Everest Fine Chemicals Co., Ltd.»

Table 3 – Test results of low viscosity polyanionic cellulose - PAC LV produced by Chinese company "Shanghai Everest Fine Chemicals Co., Ltd."

Определяемый параметр	НД на метод испытаний	Требования	Фактическое значение
1. Присутствие крахмала или его производных	ISO 13500:2008 разд. 17	нет	нет
2. Содержание влаги, %	ISO 13500:2008 разд. 17	Макс. 13	9,0
3. Кажущаяся вязкость, сП	ISO 13500:2008 разд. 17	Макс. 40	15
4. Объем фильтрата	ISO 13500:2008 разд. 17	Макс. 16	6

Хлорорганические соединения ни в одном из исследуемых образцов не обнаружены.

Анализ результатов испытаний, представленных в таблицах 1, 2 и 3 показал, что качество поставляемых в Россию из Китая буровых реагентов соответствует требованиям российских и международных стандартов.

При испытаниях на ротационном вискозиметре выявлено, что показания на приборе, оснащённом скручивающей пружиной f1, конфигурации R1/B1 ровно в 5 раз меньше показаний, полученных на приборе, оснащённом скручивающей пружиной f0.2, конфигурации R1/B1. Таким образом, испытания ксантана возможно также проводить и на ротационном вискозиметре, оснащённом скручивающей пружиной f1, а не только на ротационном вискозиметре, оснащённом скручивающей пружиной f0.2, как это указано в ISO 13500. В этом случае результаты необходимо пересчитать с учётом указанной выше поправки.

Определение хлорорганических соединений (ХОС) в ксантане и ПАЦ регламентировано действующим Техническим регламентом на нефть [11], а также стандартами нефтяных компаний [12]. Однако стоит отметить, что смысла в этом особого нет. Из буровых реагентов ХОС обычно содержат: смазывающие добавки для буровых растворов. Наличие ХОС в ингибиторах глин, бактерицидах или органофильном бентоните обусловлено использованием в их рецептуре хлоридов четвертичных аммонийных соединений (ЧАС), разлагающихся при нагревании с образованием ХОС [13]. В ксантане и ПАЦ возможность обнаружения ХОС стремится к нулю [14]. Кроме того, используемый в НК «Роснефть» метод дозирования химреагента в нефть в количестве 0,5-1 % масс. с последующим определением ХОС в нефти не даёт объективной информации о содержании ХОС в сухом химреагенте [15]. Рекомендуется использовать методы с более совершенной пробоподготовкой, не допускающие сильного разбавления [16], [17].

Таким образом, в результате оценки соответствия буровых реагентов, проводимой в рамках исследования в рамках проекта «Система взаимодействия России и Северо-Восточного, Северо-Западного регионов Китая в

условиях обострения мировых угроз в социально-демографической, эколого-экономической сферах», установлено, что:

- качество китайских реагентов для буровых растворов, поставляемых, из северных районов Китая, соответствует требованиям ГОСТ Р 56946 и международного стандарта ISO 13500;

- при определении вязкости на ротационном вискозиметре возможно использование скручивающей пружины f1;

- при определении вязкости на ротационном вискозиметре, оснащённом скручивающей пружиной f1, полученные результаты необходимо умножить на коэффициент 5;

- ПАЦ и ксантан обычно не содержат ХОС в своём составе;

- при обсуждении нормы стандартов по содержанию ХОС в буровых реагентах можно рекомендовать не проводить испытания для ПАЦ и ксантана;

- оценка соответствия буровых реагентов играет важную роль в обеспечении потребителя качественным, эффективным и безопасным продуктом [18-21];

- импортозамещение китайского ксантана не имеет смысла, т.к. в России отсутствует сырьё для его производства.

Благодарность: Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 24-28-00276, URL: <https://rscf.ru/project/24-28-00276/>

Acknowledgements: The study was funded by the RSF, grant No. 24-28-00276. URL: <https://rscf.ru/en/project/24-28-00276/>

Литература

1. А.Е. Лестев, С.Б. Макеева, *Казанское востоковедение*, 2, 1, 67-71 (2023).
2. А.Е. Лестев, С.Б. Макеева, Д.Д. Рашитов, В сб. *Россия и Китай: история и перспективы сотрудничества: материалы XI международной научно-практической конференции (Благовещенск, 11-12 мая 2021 г.)*. Выпуск 11. Часть 3, Благовещенск, 2021. С. 53-60.
3. А.Н. Крикун, И.В. Ермолаева, А.Е. Лестев, Н.В. Лобакин, *Нефть. Газ. Новации*. 7. С. 67-69 (2020).

4. А.Н. Крикун, А.Е. Лестев, *Нефте- ГазоХимия*. 3-4. 40–43 (2020).
5. А.Е. Лестев, С.Б. Макеева В сб. *Россия - Китай: история и культура: сборник статей и докладов участников XIV Международной научно-практической конференции*. – Казань: Издательство АН РТ, 2021. С. 156-158.
6. А.Е. Лестев, *Нефть. Газ. Новации*. 1. 46-48 (2024).
7. Международный стандарт ISO 13500:2008 (R) Промышленность нефтяная и газовая. Материалы для приготовления буровых растворов. Технические требования и испытания.
8. ANSI/API SPECIFICATION 13A Specification for Drilling Fluids Materials.
9. Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 № 162-ФЗ // URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810
10. ГОСТ Р 56946-2016 Нефтяная и газовая промышленность. Материалы буровых растворов. Технические условия и испытания. – М.: Стандартинформ, 2016. – 50 с.
11. ТР ЕАЭС 045/2017. Технический регламент Евразийского Экономического союза «О безопасности нефти, подготовленной к транспортировке и (или) использованию»
12. А.В. Фролова, А.Е. Лестев, Е.В. Миронова, Г.Д. Ризванова, П.А., *Инженер-нефтяник*, 4, 51–54 (2020).
13. А.В. Синёв, Т.В. Девяшин, А.М. Кунакова, Л.Р. Сайфутдинова, Ф.Г. Усманова, А.Н. Крикун, А.Е. Лестев, *PROneft. Профессионально о нефти*, 4, 63-68 (2019).
14. Е.А. Zubovich, D.N. Voitenko, V.V. Neshpor, O.Yu. Artamonov, *Бурение и нефть*, 12, 22–27 (2022).
15. А.Е. Лестев, А.В. Фролова, П.А. Богомолов, Я.В. Ившин, Ж.В. Межевич, В сб. *Современные проблемы экологии: доклады XXV междунар. науч.-практ. конф.* Тула, 2020. С. 15-20.
16. А.Е. Лестев, Е.В. Миронова, П.А. Богомолов, Я.В. Ившин, Ж.В. Межевич, *Вестник технологического университета*, 23, 11, 23–27 (2020).
17. А.В. Григорьев, О.В. Леванова, М.С. Тюменцев, А.В. Фролова, А.Е. Лестев, Г.Д. Ризванова, *Мир нефтепродуктов, Вестник нефтяных компаний*, 1, 6-11 (2021).
18. А.Ф. Дресвянников, М.Е. Колпаков, *Контроль и управление качеством материалов*. М.: ЛЕНАНД, 2013. 440 с.
19. А.Ф. Дресвянников, Н.Н. Умарова, С.Ю. Мамыкина, *Основы качественного анализа*. Казань: КГТУ, 2011, 88 с.
20. А.Ф. Дресвянников, М.Е. Колпаков, Е.А. Ермолаева, Е.В. Петрова *Контроль качества материалов и изделий*. Казань: КНИТУ, 2019. 80 с.
21. А.Ф. Дресвянников, М.Е. Колпаков, И.Д. Сорокина *Базовые понятия, определения и приемы расчетов показателей качества материалов и изделий*. – Казань: КНИТУ, 2015. 184 с.
2. А.Е. Lestev, S.B. Makeeva, D.D. Rashitov, In collection. *Russia and China: history and prospects of cooperation: materials of the XI international scientific and practical conference (Blagoveshchensk, May 11-12, 2021)*. Issue 11. Part 3, Blagoveshchensk, 2021. pp. 53-60.
3. A.N. Krikun, I.V. Ermolaeva, A.E. Lestev, N.V. Lobakin, *Oil. Gas. Innovations*. 7. pp. 67-69 (2020).
4. A.N. Krikun, A.E. Lestev, *Neftegazokhimiya*. 3-4. 40–43 (2020).
5. A.E. Lestev, S.B. In collection *Russia - China: history and culture: collection of articles and reports of participants of the XIV International Scientific and Practical Conference*. Kazan: Publishing House of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, 2021. pp. 156-158.
6. A.E. Lestev, *Oil. Gas. Innovations*. 1. 46-48 (2024).
7. International standard ISO 13500:2008 (R) Oil and gas industry. Materials for the preparation of drilling fluids. Technical requirements and tests.
8. ANSI/API SPECIFICATION 13A Specification for Drilling Fluids Materials.
9. Federal Law “On Standardization in the Russian Federation” dated June 29, 2015 No. 162-FZ // URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810
10. GOST R 56946-2016 Oil and gas industry. Drilling fluid materials. Specifications and tests. – М.: Standartinform, 2016. – 50 p.
11. EAEU TR 045/2017. Technical Regulations of the Eurasian Economic Union “On the safety of oil prepared for transportation and (or) use”
12. A.V. Frolova, A.E. Lestev, E.V. Mironova, G.D. Rizvanova, P.A., *Petroleum Engineer*, 4, 51–54 (2020).
13. A.V. Sinev, T.V. Devyashin, A.M. Kunakova, L.R. Sayfutdinova, F.G. Usmanova, A.N. Krikun, A.E. Lestev, *PROneft. Professionally about oil*, 4, 63-68 (2019).
14. E.A. Zubovich, D.N. Voitenko, V.V. Neshpor, O.Yu. Artamonov, *Drilling and Oil*, 12, 22–27 (2022).
15. A.E. Lestev, A.V. Frolova, P.A. Bogomolov, Ya.V. Ivshin, Zh.V. Mezhevich, In collection *Modern problems of ecology: reports of the XXV international. scientific-practical conf.* Tula, 2020. pp. 15-20.
16. А.Е. Лестев, Е.В. Миронова, П.А. Богомолов, Я.В. Ившин, Ж.В. Межевич, *Herald of the Technological University*, 23, 11, 23–27 (2020).
17. A.V. Grigoriev, O.V. Levanova, M.S. Tyumentsev, A.V. Frolova, A.E. Lestev, G.D. Rizvanova, *World of Petroleum Products, Bulletin of Oil Companies*, 1, 6-11 (2021).
18. A.F. Dresvyannikov, M.E. Kolpakov, *Quality control and management of materials*. М.: LENAND, 2013. 440 p.
19. A.F. Dresvyannikov, N.N. Umarova, S.Yu. Mamykina, *Fundamentals of qualitative analysis*. Kazan: KSTU, 2011, 88 p.
20. A.F. Dresvyannikov, M.E. Kolpakov, E.A. Ermolaeva, E.V. Petrova *Quality control of materials and products*. Kazan: KNRTU, 2019. 80 p.
21. A.F. Dresvyannikov, M.E. Kolpakov, I.D. Sorokina *Basic concepts, definitions and methods for calculating quality indicators of materials and products*. Kazan: KNRTU, 2015. 184 p.

References

1. А.Е. Lestev, S.B. Makeeva, *Kazan Oriental Studies*, 2, 1, 67-71 (2023).

© А. Е. Лестев - к.и.н., старший научный сотрудник отдела воспроизводства трудовых ресурсов и занятости населения Института демографических исследований ФНИСЦ РАН, Москва, Россия, antonlestev@mail.ru.

© А. Е. Lestev – PhD, Senior Researcher, Department of Reproduction of Labor Resources and Employment of the Population, Institute for Demographic Research – Branch of the Federal Center of Theoretical and Applied Sociology of the Russian Academy of Sciences (IDR FCTAS RAS), Moscow, Russia, antonlestev@mail.ru.