

УДК 66.062:543.27:53.082

UDC 66.062:543.27:53.082

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В КОНТЕКСТЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВНУТРИЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

MODERN TECHNOLOGIES FOR MEASURING THE VAPOR PRESSURE OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS IN THE CONTEXT OF METROLOGICAL SUPPORT FOR IN-LAB TESTING

Харченко Павел Михайлович
к.т.н., доцент, доцент кафедры
SPIN-код 4075-3151
1960324@mail.ru
ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Kharchenko Pavel Mikhailovich
Candidate of engineering science, associate professor, department associate professor
RSCI SPIN-code 4075-3151
1960324@mail.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Кузнецов Максим Русланович
Студент факультета механизации
SVZQOP985@GMAIL.COM
ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Kuznetsov Maxim Ruslanovich
Student of the Faculty of Mechanization
SVZQOP985@GMAIL.COM
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье обсуждаются современные методы измерения давления паров нефти и нефтепродуктов и их влияние на метрологию испытаний. В условиях растущих требований к качеству и надежности измерений, точность определения давления насыщенных паров становится критически важной для оценки свойств и безопасности нефтепродуктов. Представлен анализ текущего состояния метрологического обеспечения измерений давления насыщенных паров нефти и нефтепродуктов, а также намечены будущие пути его совершенствования. Подчеркивается актуальность проблемы обеспечения стабильного и высокого качества продукции предприятий нефтяной отрасли. Рассматриваются вызовы, связанные с контролем качества на всех этапах: добыча, переработка, транспортировка и хранение, и подчеркивается роль метрологии в решении этих проблем. В статье приводятся перспективные направления исследований в области разработки и совершенствования технологий измерения ДНП, направленные на оптимизацию производственных процессов, снижение экологического воздействия и повышение безопасности в нефтегазовой отрасли.

The article discusses modern technologies for measuring the vapor pressure of oil and petroleum products, as well as their impact on the metrological support of in-laboratory testing. In the context of growing demands for the quality and reliability of measurements, the accuracy of determining vapor pressure becomes critically important for assessing the properties and safety of petroleum products. The existing metrological support for vapor pressure measurements of crude oil and petroleum products is analyzed, and areas for improvement are identified. This is crucial for ensuring stable, high-quality products from the oil industry, especially given the challenges of quality control during extraction, processing, transportation, and storage. The paper emphasizes the critical role of metrology in meeting these challenges. The article outlines promising research directions in the field of developing and improving VP measurement technologies, aimed at optimizing production processes, reducing environmental impact, and improving safety in the oil and gas industry.

Ключевые слова: ДНП, НЕФТЕПРОДУКТЫ, СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ЛАБОРАТОРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ, МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Keywords: VAPOR PRESSURE (VP), PETROLEUM PRODUCTS, MODERN METHODS, PROCESS MODELING, LABORATORY MEASUREMENTS, METROLOGICAL TESTING

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-210-054>

<http://ej.kubagro.ru/2025/06/pdf/54.pdf>

Давление насыщенных паров представляет собой то давление, которое устанавливается в замкнутой системе, когда скорость испарения жидкости становится равной скорости конденсации ее паров. При данной температуре это максимальное давление, которое пары этой жидкости могут оказывать, находясь в равновесии со своей жидкой фазой. Для нефти и нефтепродуктов ДНП является важной физико-химической характеристикой, определяющей их летучесть и испаряемость. Данный показатель необходим, в первую очередь, для обеспечения безопасности при транспортировке, хранении и переработке, поскольку он непосредственно связан с образованием взрывоопасных паровоздушных смесей.

В настоящее время существует несколько способов определения давления насыщенных паров (ДНП) веществ. Современные технологии измерения ДНП активно развиваются и интегрируют методы исследования ДНП для повышения точности и надежности данных. К примеру, использование динамических и статических методов в сочетании с оптическими технологиями позволяет получать данные в реальном времени с высокой степенью точности [1].

ДНП также влияет на эксплуатационные свойства нефтепродуктов. К примеру, у автомобильных бензинов ДНП строго регламентируется, поскольку влияет на пусковые характеристики двигателя, его работу в различных климатических условиях и склонность к образованию паровых пробок в топливной системе. Слишком высокое ДНП летом может привести к трудностям при запуске горячего двигателя и ухудшению его работы, а слишком низкое ДНП зимой – к затрудненному пуску холодного двигателя.

Давление насыщенных паров нефти и нефтепродуктов выступает довольно важным фактором и индикатором, поскольку дает возможность

прогнозировать их испаряемость, которая напрямую зависит от состава продукта. Зная ДНП, можно прогнозировать поведение продукта при хранении и транспортировке, а также оптимизировать его использование.

В РФ само определение ДНП традиционно регламентируется стандартом, основанным на методе, использующем прибор ЛДП-2, широко известном как бомба Рейда. Устройства, появившиеся в XX веке, обладали существенным недостатком – высокой погрешностью измерений, достигавшей 30%. На сегодняшний день, Несмотря на попытки модернизации и автоматизации на основе бомбы Рейда, точность измерений существенно не улучшилась [2].

В последние годы наблюдается переход к использованию современных зарубежных анализаторов ДНП, таких как Minivap, Setavap II и RVP-4, производимых в Австрии, Англии и Германии соответственно. Анализаторы выгодно отличаются от устаревших аналогов удобством эксплуатации, полной автоматизацией и существенно превосходят их по функциональным и метрологическим характеристикам [3].

В частности, относительная погрешность измерений этих анализаторов в диапазоне 8-115 кПа не превышает $\pm 5\%$. Важно отметить, что для подтверждения соответствия российским требованиям эти анализаторы успешно прошли испытания во Всероссийском научно-исследовательском институте метрологии (ВНИИМ) с целью утверждения типа. Современные ДНК-анализаторы дают более точные и надежные результаты по сравнению со старым оборудованием на базе бомбы Рейда.

С 2015 года российским потребителям стали доступны современные анализаторы давления насыщенных паров (ДНП) от австрийской компании Grabner Instruments: MINIVAP VPSH Xpert и MINIVAP LPG. Приборы, в свою очередь, были разработаны для более точного, быстрого и оперативного определения ДНП. Главными преимуществами анализаторов

являются их компактность и полная автоматизация, что позволяет проводить измерения ДНП быстро и с высокой точностью [4].

MINIVAP VPSH Xpert измеряет давление насыщенного пара, помещая образец в герметичную камеру с терморегуляцией. Поршень обеспечивает нужное соотношение пара и жидкости. Температура поддерживается термостатом, а давление измеряется датчиком в поршне после достижения равновесия. В свою очередь, это соответствует стандартным условиям и требованиям [3].

Прибор-анализатор MINIVAP LPG, автоматически измеряет давление паров сжиженных нефтепродуктов с точностью до 2000 кПа при температурах от 5 до 70 °С, обеспечивая результаты, сопоставимые с методикой [5]. Прибор, требующий всего 15 мл пробы, автоматически промывает и заполняет измерительную ячейку (10 мл для промывки, 3,3 мл для измерения), является автономным и не требует дополнительных принадлежностей. Результаты измерений легко считываются с двухстрочного жидкокристаллического дисплея (40 символов в строке).

Во ВНИИМ создана прецизионная установка, обеспечивающая высокоточные измерения давления насыщенных паров (ДНП) нефти и нефтепродуктов в диапазоне 0–160 кПа с погрешностью $\pm 0,25\%$. Установка, представленная в работе [6], предназначена для валидации импортных анализаторов и позволяет определять абсолютные значения ДНП различных жидкостей. Установка предназначена для контроля качества нефтепродуктов, исследований, создания стандартов и аттестации методов измерений.

Для обеспечения поверки и испытаний анализаторов были разработаны государственные стандартные образцы (ГСО) абсолютного ДНП на основе гексана, ацетона, эфира и других нефтепродуктов. ГСО позволяют проводить аттестацию современных анализаторов ДНП. Параллельно были разработаны специализированные методики поверки и

аттестации, индивидуальные для каждого типа анализатора. Благодаря наличию ГСО и методик, любой аккредитованный центр стандартизации и метрологии может осуществлять поверку анализаторов ДНП в своем регионе.

Анализаторы «АДНП НОВА» измеряют давление паров летучих нефтепродуктов, их компонентов и сырья в вакууме. Устройства соответствуют таким стандартам, как СТБ EN 13016-1-2011, ГОСТ EN 13016-1-2013, ГОСТ 33361-2015 и ГОСТ 33157-2014 [10].

Анализатор давления насыщенных паров MOD-1056, разработанный Modcon Systems, предназначен для оперативного определения ДНП сырой нефти, бензина и других летучих жидкостей в технологических процессах. Принцип действия основан на измерении давления в контролируемом газовом объеме над образцом. Поршень с интегрированным датчиком давления обеспечивает изменение газовой фазы. Термостатирование образца дает возможность достичь равновесия между жидкой и паровой фазами для обеспечения прецизионного измерения ДНП.

Прибор АДП-01 предназначен для полуавтоматического определения давления насыщенных паров нефтепродуктов в соответствии с ГОСТ 1756 и ASTM D 323. Он представляет собой водяной термостат особой конструкции, оснащенный системой терморегулирования. Внутри термостата можно разместить до трех толстостенных испытательных бомб, которые соединены с манометрическими устройствами и цифровыми дисплеями для отображения результатов.

Аппарат используется для проведения анализа нефтепродуктов в лабораториях предприятий нефтегазовой отрасли. Технические характеристики показаны в таблице ниже.

Таблица 1 – Технические характеристики прибора АДП-01 [11]

Диапазон измеряемого давления, кПа	0...180
Рабочая температура, °С	37,8 ±0,1
Габаритные размеры, мм	1000x600x400
Количество измерительных каналов	3
Масса, кг	40
Страна-изготовитель	Россия
Система встряхивания	Реверсивное вращение
Представление результатов	Поканальное четырехразрядное цифровое табло

АДП-01 дает возможность, также, измерять давление в пределах от 0 до 180 кПа, а рабочая температура прибора АДП-01, как правило, поддерживается с высокой точностью на уровне порядка 37,8 ±0,1 °С. Габаритные размеры устройства составляют 1000x600x400 мм, а его масса достигает 40 кг. Прибор имеет возможность работы с тремя измерительными каналами, что обеспечивает более широкий спектр анализа. Изготовлен он в России и оснащен системой встряхивания с реверсивным вращением. Результаты измерений отображаются на поканальном четырехразрядном цифровом табло, что обеспечивает удобство и точность считывания данных.

АДНП измеряет давление паров нефтепродуктов в вакууме и рассчитывает эквивалентное давление сухих паров (DVPE) по ГОСТ. Автоматический прибор ДНП-ЛАБ-12 также измеряет давление насыщенных паров низкокипящих маловязких нефтепродуктов и рассчитывает DVPE, полностью соответствуя установленным стандартам.

ДНП-ЛАБ-12 - это автоматизированный прибор с высокой точностью измерений, благодаря нержавеющей камере, датчику Pt-100 и уникальным клапанам. ДНП-ЛАБ-12 удобен в использовании (принтер, самодиагностика, память, сенсорный экран, подключение к ПК/LIMS), дает возможность работать с малыми объемами проб и комплектуется всем

необходимым (компрессор, вакуумный насос). ПО обновляется дистанционно.

В настоящее время в ВНИИМ активно проводятся исследования и разработки, направленные на улучшение метрологического обеспечения в сфере измерения давления насыщенных паров. Благодаря новой установке значительно улучшены контроль качества и точность измерений анализаторов давления насыщенных паров, что позволит активнее внедрять высокоточные приборы по всей стране.

Для обеспечения точности получаемых результатов в испытаниях продукции по показателям качества и безопасности, прежде всего, важно и необходимо метрологическое обеспечение, которое может в себя включать научно-организационные и технические методы. Основные принципы метрологического обеспечения определены в ГОСТ Р 51672-2000, а цель его заключается в обеспечении точности измерений. В 2002 году был принят комплекс стандартов ГОСТ Р ИСО 5725, касающихся точности методов и результатов измерений [7].

В условиях расширяющейся стандартизации, акцент смещается на комплексный подход, куда включается разработка взаимосвязанных стандартов: от терминологии и сырья до технологий, готовой продукции и методов контроля. Важнейшим аспектом, в этом случае, выступает согласование нормативных требований с метрологическими коэффициентами и параметрами используемых методов анализа. Так, в 1981 году А.Б. Шаевич достаточно успешно применил представленную концепцию к стандартам на нефтепродукты, тем самым, сопоставив требуемую и фактическую точность испытаний для марок нефтяных продуктов (Таблица 2).

Таблица 2 – Взаимосвязь метрологических характеристик стандартов на нефтепродукты и методов их испытаний [6]

Нефтепродукт	Кол-во нормативов		
	Без ограничений погрешностей, %	С ограничением погрешностей	
		несогласованных, %	согласованных, %
Топлива (моторные)	23	49	28
	25	52	25
Масла смазочные и минеральные, в т.ч. моторные	25	45	30
	16	49	35
Смазки	35	33	32
Прочие (парафины, растворители и другие)	40	31	29
Всего	31	40	29

Для моторных топлив установлено порядка 23 нормативных акта, из которых примерно 49% не имеют ограничений по погрешностям, а 28% являются вполне согласованными. Для масел смазочных и минеральных, ситуация аналогична. Так, из 25 нормативов 45% также не имеют ограничений по погрешностям, а согласованных стандартов всего 30%. Ситуация со смазками еще более тревожная: среди 35 нормативов 33% не содержат ограничений по погрешностям, и лишь 32% являются согласованными. Что касается прочих продуктов, таких как парафины и растворители, из 40 нормативов 31% не имеет ограничений по погрешностям, а согласованных стандартов всего 29%.

По всем категориям продуктов переработки нефти наблюдается высокая доля несогласованных стандартов (31%) и низкий уровень их согласования (29%). В свою очередь, именно это создает риски для потребителей и производителей, так как отсутствие четких требований к погрешностям может привести к неправильной интерпретации результатов испытаний и, как следствие, к снижению качества нефтепродуктов на рынке.

Анализ нормативных документов, выполненный ВНИИМС с использованием данных из таблицы 2, показал наличие серьезных дефектов. Подробно опишем найденные коллизии и недостатки, которые и были обнаружены в большинстве проанализированных документов. К числу выявленных проблем можно причислить:

1) Отсутствие требований к точности испытаний. Нормативные документы не устанавливают допустимые пределы погрешности при проведении испытаний, что затрудняет оценку достоверности и сопоставимости результатов. Иными словами, не указано, насколько точными должны быть измерения.

2) Несоответствие результатов измерений действующим стандартам. Результаты измерений, получаемые при использовании данных нормативных документов, не соответствуют требованиям, установленным в ГОСТ 8.563-97 и МИ 1317-86. Между тем, именно это ставит под сомнение правильность и надежность методик, описанных в этих документах.

Недостаточный контроль за погрешностью. В нормативных документах отсутствуют четкие алгоритмы и процедуры для контроля и оценки погрешности измерений. Не предъявляются требования к использованию и характеристикам стандартных образцов, которые необходимы для обеспечения метрологической прослеживаемости и калибровки средств измерений, а это сильно затрудняет выявление и устранение систематических ошибок.

Обозначенные выше проблемы, в свою очередь, сильно снижают метрологический уровень методик испытаний, а это, может помешать лабораториям, обеспечить качество измерений и затруднить сертификацию показателей.

Испытания нефтепродуктов проводятся по определенным методикам, представляющим собой последовательность этапов [8].

На первом этапе производится подготовка пробы, включающая охлаждение, фильтрацию и обезвоживание. Затем подготавливается оборудование, собирается установка и обеспечиваются необходимые условия (например, нагрев). Далее оператор проводит само испытание, выполняя предписанные действия и наблюдая за происходящими физико-химическими изменениями. На следующем этапе измеряется аналитический сигнал, например, время истечения жидкости для определения вязкости.

Полученные данные обрабатываются для вычисления итогового значения. В связи с большим количеством операций на каждом этапе, возрастает вероятность возникновения случайных ошибок, которые в итоге влияют на общую точность результатов. По этой причине, в методиках испытаний нефтепродуктов ключевым фактором является прецизионность, а систематические ошибки обычно не учитываются как значимые.

Таким образом, важность метрологического обеспечения требует акцента на методики испытаний и оборудование, а также на контроль случайных погрешностей.

Оценка качества в лаборатории включает анализ отдельных методов и работы в целом. На результаты испытаний влияет изменчивость, обусловленная как внутренними (случайными), так и внешними (особыми) факторами. Процесс стабилен и погрешность допустима до возникновения особых причин [8]. Статистическое управление процессом используется для контроля изменчивости и погрешности результатов испытаний в лаборатории.

Опыт работы в лабораториях показывает, что простое обеспечение лаборатории необходимым оборудованием и создание требуемых условий (температура, влажность и т.д.) не является достаточной гарантией получения точных и надежных результатов при испытаниях нефтепродуктов.

Корректность и достоверность результатов испытаний в лаборатории во многом имеют зависимость от того, насколько точно и насколько правильно выстроен и выполняется сам процесс – от подготовки образцов до анализа полученных данных. Именно по этой причине, для улучшения метрологического обеспечения необходимо контролировать ход испытаний нефтепродуктов. В качестве ключевой базы для контроля предлагается использовать инструменты статистического управления процессами, которые схематично изображены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Блоки системы метрологического обеспечения испытаний нефтепродуктов

Цель статистического управления процессами испытаний заключается в том, чтобы привести процесс к статистически управляемому состоянию. Стабильность процесса испытаний (статистическая управляемость) значительно повышает доверие к их результатам.

Методология метрологического обеспечения статистического управления предусматривает реализацию итеративного алгоритма, состоящего из трех последовательных этапов, а именно:

1. Квантификация вариабельности технологического процесса. На данном этапе осуществляется оценка и численное определение характеристик изменчивости контролируемого процесса. Применяются статистические методы для анализа данных, полученных в результате

измерений, с целью определения дисперсии, стандартного отклонения и других параметров, характеризующих разброс значений.

2. Постепенная стабилизация процесса и приведение его к состоянию статистической управляемости. На данном этапе реализуется комплекс мероприятий, направленных на минимизацию влияния внешних факторов и снижение случайной вариабельности, с целью обеспечения стабильного и предсказуемого поведения процесса. Используются статистические методы контроля и регулирования, направленные на устранение специальных причин вариации и поддержание процесса в пределах установленных контрольных границ.

3. Непрерывный мониторинг статистически управляемого процесса. На данном этапе осуществляется систематический контроль характеристик процесса с использованием статистических методов, направленный на поддержание его в состоянии статистической управляемости и своевременное выявление отклонений от установленных норм.

В контексте статистического управления процессом испытаний нефтепродуктов, наиболее адекватным инструментом являются контрольные карты, представляющие собой визуальное представление данных, позволяющее оперативно выявлять тенденции и отклонения от заданных параметров, тем самым обеспечивая достаточно эффективное управление качеством продукции.

На первых двух этапах для контроля стабильности и прецизионности результатов испытаний нефтепродуктов рекомендуется использовать контрольные карты Шухарта, то есть, R-карты (карты размахов) с использованием рабочих проб нефтепродуктов в качестве контрольных материалов. Для сбора данных, в первую очередь, будет необходимо повторно проводить испытания рабочих проб.

Для обеспечения стабильности и точности результатов испытаний нефтепродуктов в лаборатории используются X-карта и Rm-карта,

основанные на испытаниях стандартных образцов в условиях внутрилабораторной прецизионности.

Для статистического контроля стабильных процессов с известными параметрами и редкими внештатными ситуациями лучше использовать контрольные карты кумулятивных сумм. Табличный CUSUM-метод наиболее эффективен для выявления небольших и постепенных изменений в точности анализа нефтепродуктов, чем графические методы.

Для оценки стабильности процесса используют «индекс состояния процесса» (ИС), показывающий изменения точности анализа между периодами. ИС менее 1 свидетельствует о росте вариаций и снижении качества. Статистическое управление помогает улучшить надежность анализа нефтепродуктов через постоянный мониторинг точности.

Разработанная система метрологической поддержки представляет собой интегрированную структуру, включающую в себя три основных компонента: «предупреждение», «контроль» и «коррекция». Данная структура функционирует как подсистема управления измерительными процессами состава и характеристик нефтепродуктов и является частью общей системы управления качеством в испытательной лаборатории.

Новый метод метрологического обеспечения испытаний нефтепродуктов, опираясь на ГОСТ Р 51672 и современные практики, нацелен на гарантированную точность и надежность результатов. Посредством данного метода интегрируется метрологическое обеспечение в каждый этап испытаний, от пробоподготовки до анализа данных, обеспечивая прослеживаемость измерений.

Благодаря такой интеграции, лаборатория может исследовать точнее, а также, и реально гарантировать получение прецизионных и валидных данных об исследуемых нефтепродуктах. Между тем, именно это предельно повышает достоверность управленческих решений, которые принимают за основу полученные в ходе испытаний итоги и результаты.

Список литературы:

1. Харченко П.М. Методы исследования давления насыщенных паров и экспериментальные установки / П.М.Харченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2015. – № 106. – С. 1000 – 1012.
- 2 Харченко П.М. Исследование плотности и давления насыщенных пород нефтяных фракций [Текст] / П.М. Харченко, В.П.Тимофеев // Труды Кубанского государственного аграрного университета . – 2012. – № 39. – С. 140-142.
3. Харченко П.М.Экспериментальное исследование плотности и давления насыщенных паров нефтепродуктов [Текст] / П.М.Харченко // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Азербайджанский ордена Трудового Красного Знамени институт нефти и химии им. М.Азизбекова. Баку, 1988.
4. Пат. 2299356 Российская Федерация, МПК F03D7/04. Ветроэнергетическая установка/ С. В. Оськин, Д. П. Харченко, П. М. Харченко//. №2006105560/06; заявл. 22.02.2006; опубл. 20.05.2007, бюл. №14.
5. Пат. 2297459 Российская Федерация, МПК C21D6/04. Способ термической обработки деталей машин/ И. А. Потапенко, П. М. Харченко//. - №2005131682/02; заявл. 12.10.2005; опубл. 20.04.2007, бюл. №11.
6. Харченко П.М. Экспериментальная установка и методики исследования плотности и днп промышленных сточных вод / П.М.Харченко, В.В.Христиненко, Н.А.Блощинский // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 37. С. 238-242.
7. Харченко П. М. Определение критических параметров нефтяных фракций/П. М. Харченко, В. П. Тимофеев// Политематический сетевой электронный научный Кубанского государственного аграрного университета[Электронный ресурс] - Краснодар. -2014. -№103(09).-с.973-982
8. Амерханов Р.А. Развитие энергообеспечения АПК Краснодарского края/ Р.А.Амерханов, И.А.Потапенко., П.М.Харченко., К.А.Гарькавый., Е.А.Ададунов.,А.И.Чернышев.,С.И.Бегдай.,В.Г.Крыжановский// .Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. № 11. С. 4.

References

1. Xarchenko P.M. Metody` issledovaniya davleniya nasy`shhenny`x parov i e`ksperimental`ny`e ustanovki / P.M.Xarchenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [E`lektronny`j resurs]. – 2015. – № 106. – S. 1000 – 1012.
- 2 Xarchenko P.M. Issledovanie plotnosti i davleniya nasy`shhenny`x porod neftyany`x frakcij [Tekst] / P.M. Xarchenko, V.P.Timofeev // Trudy` Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta . – 2012. – № 39. – S. 140-142.
3. Xarchenko P.M.E`ksperimental`noe issledovanie plotnosti i davleniya nasy`shhenny`x parov nefteproduktov [Tekst] / P.M.Xarchenko // avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata texnicheskix nauk / Azerbajdzhanskij ordena Trudovogo Krasnogo Znameni institut nefti i ximii im. M.Azizbekova. Baku, 1988.
4. Pat. 2299356 Rossijskaya Federaciya, MPK F03D7/04. Vetroe`nergeticheskaya ustanovka/ S. V. Os`kin, D. P. Xarchenko, P. M. Xarchenko//. №2006105560/06; zayavl. 22.02.2006; opubl. 20.05.2007, byul. №14.

5. Pat. 2297459 Rossijskaya Federaciya, MPK C21D6/04. Sposob termicheskoj obrabotki detalej mashin/ I. A. Potapenko, P. M. Xarchenko//. - №2005131682/02; zayavl. 12.10.2005; opubl. 20.04.2007, byul. №11.

6. Xarchenko P.M. E`ksperimental`naya ustanovka i metodiki issledovaniya plotnosti i dnp promy`shlenny`x stochny`x vod / P.M.Xarchenko, V.V.Xristichenko, N.A.Bloshhinskij // Trudy` Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 37. S. 238-242.

7. Xarchenko P. M. Opredelenie kriticheskix parametrov neftyany`x frakcij/P. M. Xarchenko, V. P. Timofeev// Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta[E`lektronny`j resurs] -Krasnodar. -2014. - №103(09).-s.973-982

8. Amerxanov R.A. Razvitie e`nergoobespecheniya APK Krasnodarskogo kraya/ R.A.Amerxanov, I.A.Potapenko., P.M.Xarchenko., K.A.Gar`kavy`j., E.A.Adadurov.,A.I.Cherny`shev.,S.I.Begdaj.,V.G.Kry`zhanovskij// .Mexanizaciya i e`lektrifikaciya sel`skogo xozyajstva. 2004. № 11. S. 4.