

УДК 66.064:543.31:64.073

UDC 66.064:543.31:64.073

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ МЕТОДА РЕЙДА К АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ АНАЛИЗАТОРАМ НА ОСНОВЕ ОПЫТА РОССИЙСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ****METROLOGICAL SUPPORT OF MEASURING THE VAPOR PRESSURE OF PETROLEUM PRODUCTS DURING THE TRANSITION FROM THE REID METHOD TO AUTOMATED ANALYZERS BASED ON THE EXPERIENCE OF RUSSIAN LABORATORIES**

Харченко Павел Михайлович  
Доцент кафедры эксплуатации технического сервиса

Kharchenko Pavel Mikhailovich  
Associate Professor of the Department of Technical Service Operation

Кузнецов Максим Русланович  
Студент 3-го курса факультета механизации  
*Кубанский государственный аграрный  
Университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар,  
Россия*

Kuznetsov Maxim Ruslanovich  
3rd-year student of the Faculty of Mechanization  
*Kuban State Agrarian University named after I.T.  
Trubilin, Krasnodar, Russia*

На сегодняшний день, ужесточение требований к достоверности контроля качества нефтепродуктов, развитие автоматизированных средств измерений обуславливают необходимость пересмотра роли классических методов и актуализации подходов к их метрологическому сопровождению. Цель статьи – анализ особенностей метрологического обеспечения измерений давления насыщенных паров нефтепродуктов в условиях перехода от традиционного метода Рейда к применению современных автоматизированных анализаторов в отечественной лабораторной практике. Получены количественные оценки сопоставимости результатов измерения RVP по методу Рейда и параметров ASVP, DVPE, VPCR4, RVPE на автоматизированных анализаторах в условиях отечественных лабораторий

Nowadays, the tightening of requirements for the reliability of petroleum product quality control and the advancement of automated measurement instruments necessitate a reevaluation of the role of classical methods and an update of approaches to their metrological support. The purpose of the article is to analyze the features of metrological support for measuring the vapor pressure of petroleum products under the transition from the traditional Reid method to the use of modern automated analyzers in domestic laboratory practice. Quantitative comparability assessments were obtained for RVP measurements by the Reid method and ASVP, DVPE, VPCR4 and RVPE parameters determined by automated analyzers in Russian testing laboratories

Ключевые слова: НЕФТЕПРОДУКТЫ, ДНП, МЕТОД РЕЙДА, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ, МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ЛАБОРАТОРИИ

Keywords: PETROLEUM PRODUCTS, VAPOR PRESSURE, REID METHOD, AUTOMATED ANALYZERS, METROLOGICAL SUPPORT, LABORATORIES

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-216-034>

Давление насыщенных паров (ДНП) относится к числу ключевых показателей, которые определяют летучесть и испаряемость нефтепродуктов, а значит, напрямую воздействует, как на их эксплуатационные свойства, так и на уровень экологической и промышленной безопасности. Для автомобильных бензинов значение ДНП

<http://ej.kubagro.ru/2026/02/pdf/34.pdf>

связывают, как правило, с пусковыми характеристиками двигателя, склонностью к образованию паровых пробок и особенностями сезонного ассортимента топлива. В то время как, для сырой нефти и других лёгких нефтепродуктов, ДНП определяет условия безопасного хранения, транспортировки и переработки. В международной практике именно давление паров используется в качестве одного из базовых параметров, при установлении регуляторных требований к топливам, с позиции ограничения выбросов летучих органических соединений и смога.

Традиционно для оценки летучести бензинов и других летучих нефтепродуктов широко применяется метод Рейда. Метод Рейда закреплён в стандарте ASTM D323 и его аналогах [1]. Метод Рейда, исторически стал «золотым стандартом» для нефтеперерабатывающих и испытательных лабораторий, поскольку дает возможность, в типовых условиях, выявить и определить давление паров при фиксированной температуре 37,8 °С и установленном соотношении фаз «газ–жидкость». Но в последние десятилетия и, в особенности, на фоне ужесточения требований к качеству моторных топлив и контролю выбросов, отмечается смещение акцента в сторону более современных автоматизированных методик, которые применяются, как в лабораторных, так и в онлайн-анализаторах.

Автоматизированные анализаторы давления насыщенных паров, обеспечивают сокращение влияния человеческого фактора, повышение производительности испытаний и возможность интеграции измерительных данных в цифровые системы мониторинга. При этом, особую актуальность приобретает понимание опыта российских испытательных лабораторий, которые на практике совмещают классические и современные методы определения ДНП, и вынуждены обеспечивать сопоставимость результатов, на фоне обновления измерительного оборудования в целом.

Давление насыщенных паров - давление пара, находящееся в термодинамическом равновесии со своей жидкой фазой при заданной

температуре. Для нефтепродуктов показатель давления насыщенных паров используется как интегральная характеристика летучести, т. е. способности продукта переходить в газообразное состояние при эксплуатационных и технологических условиях. Если значение ДНП высокое, то можно говорить о повышенной склонности к образованию паровоздушных смесей, что, с одной стороны, очень важно для обеспечения нормальных пусковых свойств автомобильных бензинов, а с другой стороны, в этом случае, повышается риск образования взрывоопасных смесей при хранении и транспортировке нефтяных продуктов [2].

В отношении моторных бензинов, давление насыщенных паров напрямую связано с их сезонной пригодностью, когда в тёплый период года, избыточная летучесть приводит к увеличению выбросов летучих органических соединений и проблемам с образованием паровых пробок, а в холодный период недостаточная летучесть вызывает затруднённый запуск двигателя. Для сырой нефти, стабильного газового конденсата и других лёгких нефтепродуктов, ДНП определяет требования к температурно-давленческим режимам хранения и транспортировки, выбору типа резервуаров и арматуры, к системам улавливания и нейтрализации паров.

С точки зрения промышленной безопасности, ДНП выступает критерием, который учитывается при проектировании и эксплуатации резервуарных парков, наливных эстакад, трубопроводов и транспортных средств, для перевозки нефти и нефтепродуктов.

При избыточно высоких значениях ДНП, возрастает интенсивность образования паровоздушных смесей [2]. Привести это может к увеличению потерь продукта от испарения, повышению выбросов летучих органических соединений и росту риска возникновения пожаро- и взрывоопасных ситуаций, при хранении в закрытых резервуарах и при

наливно-сливных операциях. В практике регулирования качества моторных топлив и охраны атмосферного воздуха, показатель давления паров используется как один из нормативно закреплённых критериев, в том числе, через стандартные значения Reid Vapor Pressure (RVP) для бензинов.

Реальная же практика показывает, что внедрение требований стандартов, в области испытаний нефти и нефтепродуктов, остаётся неполным и сопровождается рядом методических и организационных проблем. Именно на получение такой информации и должна быть ориентирована система метрологического обеспечения испытаний нефтепродуктов, в том числе, даже при определении давления насыщенных паров.

Существенное значение имеет ГОСТ Р 8.1011-2022 «Государственная система обеспечения единства измерений. Системы измерений количества и показателей качества нефти и нефтепродуктов. Ввод в эксплуатацию, эксплуатация, вывод из эксплуатации» [3], устанавливающий требования к системам измерений, в составе которых выполняются определения, как количества, так и показателей качества нефти и нефтепродуктов, включая требования к их вводу в эксплуатацию, метрологическому контролю и техническому обслуживанию.

Вопросы классификации технических средств испытаний нефти и нефтепродуктов и отнесения их к средствам измерений или испытательному оборудованию изложены в Рекомендации МИ 2418-97, где аппараты, установки и стенды для проведения лабораторных испытаний выделены в отдельную группу и описаны по функциональному назначению. Требования к аттестации такого оборудования закреплены в ГОСТ Р 8.568-97, согласно которому испытательное оборудование подлежит первичной и периодической аттестации с целью подтверждения его работоспособности и способности воспроизводить условия

испытаний. Помимо этого, далеко не всегда корректная трактовка требований методик и стандартов, что, в конечном счёте, может приводить к искажению результатов, в том числе при определении давления насыщенных паров

Структурное место измерений в системе подтверждения соответствия нефтепродуктов показано на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема подтверждения соответствия нефтепродуктов

В соответствии с представленной схемой товарный нефтепродукт рассматривается как объект измерения, из которого отбирают пробу и

формируют модель объекта через совокупность показателей состава и свойств [4]. На основе регламентированных методик, выполняются измерения всех показателей, в результате чего, получается измерительная информация, качество которой обеспечивается элементами и процессами метрологического обеспечения. Далее, вся информация поступает в блок обработки и управления, где сравнивается с установленными требованиями и критериями соответствия и используется для формирования заключения о возможности применения нефтепродукта по назначению.

При этом, сами показатели качества нефти и нефтепродуктов существенно различаются, непосредственно, по своим метрологическим свойствам.

Особенность испытаний нефти и нефтепродуктов заключается в том, что их качество характеризуется двумя типами показателей, имеющими разные метрологические свойства.

Показатели первого рода, к примеру, плотность, вязкость, как правило, соответствуют понятию физической величины, то есть, их можно измерять разными методами и средствами измерений (СИ), а истинное значение зависит только от свойств продукта. Результаты выражаются в стандартных единицах ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ,  $\text{мм}^2/\text{с}$  и др.), а точность определяется погрешностью применённых СИ, которые подлежат поверке по государственной поверочной схеме.

Показатели второго рода — это большинство характеристик нефтепродуктов, а именно, давление насыщенных паров, октановое число, температура застывания, коксуемость и др. Показатели, как правило, зависят не только от свойств продукта, но и от условий, метода и испытательного оборудования (ИО), строго регламентированных в стандартах, и даже незначительное отклонение от процедуры испытаний ведёт к искажению результата. Истинное значение данного показателя

определяется, как математическое ожидание результатов, полученных в условиях бесконечного числа лабораторий, выполняющих испытания в полном соответствии с методикой.

Для таких показателей отсутствуют узаконенные единицы измерения, а сама «величина» определяется через процедуру воздействия на образец, поэтому обеспечение единства измерений осуществляется не через эталоны, а через стандартизованные методы и статистические критерии точности, т. е. через повторяемость и воспроизводимость. Указанные особенности показателей второго рода, имеют принципиальное значение, в первую очередь, для организации метрологического обеспечения испытаний давления насыщенных паров, так как, в отличие от показателей первого рода, обеспечение единства измерений здесь не может быть реализовано через государственные эталоны и поверочные схемы в привычном виде. Все это опирается, прежде всего, на жёсткую регламентацию методики испытаний и на характеристики применяемого испытательного оборудования.

Для показателя давления насыщенных паров это выражается в том, что требования к процедуре отбора проб, подготовке образца, режимам термостатирования, типу и состоянию аппарата, к обработке результатов непосредственно задаются стандартом ГОСТ 1756-2000 и соответствующими международными методами, который фактически выполняет роль «эталона» методического характера. Нарушение любого из данных элементов приводит к систематическому смещению результатов относительно математического ожидания, принимаемого за истинное значение показателя.

В таких условиях принципиальное значение приобретает фактическое состояние метрологического обеспечения испытаний в конкретной испытательной лаборатории, определяющее реальную точность и воспроизводимость результатов по показателю давления насыщенных паров.

Особенности показателей второго рода в полной мере проявляются на примере показателя давления насыщенных паров, для которого в отечественной практике традиционно применяется метод Рейда.

Известный и широко применяемый метод Рейда предназначен для испытаний бензинов и других летучих нефтепродуктов. В российской практике используется его стандартная реализация по ГОСТ 1756-2000, гармонизированному с ISO 3007 и ASTM D323. Несмотря на простое приборное обеспечение и значительный накопленный опыт применения, метод имеет ряд принципиальных ограничений, связанных, прежде всего, с невозможностью полностью исключить потери лёгких фракций на этапе отбора и подготовки пробы. Хорошо прослеживается это, при испытаниях сырой нефти и лёгких нефтей с высоким ДНП, где суммарные ошибки определения показателя могут достигать 30%, и именно это объективно ограничивает возможности метода Рейда, как основы для современного метрологического обеспечения в условиях возрастающих требований к точности и автоматизации контроля.

Техническая реализация метода Рейда основана на использовании стандартного аппарата, включающего металлическую испытательную камеру, манометр и термостатирующую ванну, обеспечивающую поддержание температуры испытаний на уровне 37,8 °С.



Рис. 2. Лабораторная установка для определения давления насыщенных паров по методу Рейда

Камера имеет строго нормированный объём и конструкцию, позволяющую воспроизвести требуемое соотношение объёмов жидкой и паровой фаз. Манометр, как правило, относится к классу точности не ниже 0,6 и проходит поверку по государственной поверочной схеме, однако, в контексте показателя второго рода, решающим фактором остаётся не столько собственная погрешность средства измерений, сколько соблюдение всей совокупности условий проведения испытания.

Вся процедура определения ДНП по методу Рейда, включает несколько последовательно выполняемых операций:

- отбор и подготовку пробы;
- заполнение камеры с минимизацией потерь лёгких фракций;
- герметизацию, выдержку в термостатирующей ванне с регламентированным режимом встряхивания;
- считывание установившегося давления.

На первый взгляд, эта последовательность достаточно проста и технологична для условий рядовой испытательной лаборатории, что во многом объясняет широкое распространение метода. Вместе с тем, как показывают результаты межлабораторных сопоставительных испытаний, суммарное влияние отклонений на каждом из этапов, проявляется в виде устойчивого смещения результатов, особенно для нефти и лёгких нефтепродуктов с высоким содержанием низкокипящих компонентов.

С метрологической точки зрения, метод Рейда фактически, задаёт исходный «референтный» уровень, относительно которого оценивают корректность и сопоставимость показаний современного автоматизированного оборудования, но те же особенности метода, которые обеспечили ему статус традиционного и массового, сегодня становятся фактором ограничения. Здесь идет речь о довольно высокой доли ручных операций, чувствительности к человеческому фактору, невозможности интеграции в системы оперативного онлайн-контроля и

значительные потенциальные ошибки, непосредственно, при работе с легколетучими системами. Поэтому в практике российских испытательных лабораторий, всё более актуальной становится задача перехода к автоматизированным анализаторам ДНП.

В отличие от классического метода Рейда, где оператор вручную воспроизводит условия испытаний, современные приборы реализуют измерение ДНП в малогабаритной камере с автоматизированным контролем температуры, давления и режима равновесия парожидкостной системы. Основное внимание уделяется повышению точности и сокращению времени анализа, а также, обеспечению сопоставимости результатов с традиционными значениями Reid Vapor Pressure.

В автоматизированных анализаторах измерение ДНП выполняется в малогабаритной ячейке, где загрузка пробы, термостатирование, формирование парожидкостного равновесия и регистрация давления реализуются в автоматизированном режиме, с использованием электронных датчиков и встроенного программного обеспечения. Автоматизированные анализаторы изначально разрабатываются с ориентацией на сопоставимость с результатами метода Рейда, отражается это в выборе температурных режимов, и в алгоритмах обработки измерительного сигнала. В ряде решений реализуются режимы, воспроизводящие условия классического метода, в других, так называемые «сухие» мини-методы, где влияние воздуха в измерительной камере исключается и формируется эквивалент Reid Vapor Pressure. И в тех, и в других случаях, для лабораторной практики ключевым вопросом становится то, насколько устойчиво и предсказуемо его показания соотносятся с привычными значениями ДНП, получаемыми по ГОСТ 1756-2000, в диапазоне реальных объектов испытаний российских лабораторий.

По положениям ГОСТ 31874-2012, давление паров, определяется как давление пара, находящегося в равновесии с жидкостью. Именно этот показатель во многом определяет пусковые свойства топлив, склонность к образованию паровых пробок, потери летучих фракций при транспортировке и требования к условиям отбора проб. В лабораторной практике, помимо классического давления насыщенных паров по методу Рейда (ДНП), используются давление насыщенных паров, содержащих воздух (ASVP), эквивалентное давление сухого пара (DVPE), полное давление паров сырой нефти (VPCR4), эквивалентное давление паров по Рейду (RVPE, ДНП R). Часть этих показателей определяется непосредственно экспериментально, ДНП, ASVP, VPCR4. Тогда как DVPE, RVPE и их аналоги получают экспериментально-расчётным путём, на основе корреляционных соотношений между результатами различных методов. В результате в испытательной лаборатории фактически сосуществуют несколько шкал оценки летучести, которые опираются на единый физический смысл, но различающихся по условиям получения и способу интерпретации.

С точки зрения применяемого оборудования, испытания нефти и нефтепродуктов по показателю давления паров ведутся преимущественно двумя типами средств измерений, а именно, классическими установками по методу Рейда и современными автоматизированными анализаторами, типа MINIVAP, ERAVAP и их российскими аналогами.

В первом случае используется бомба Рейда, представляющая собой две соединённые камеры, жидкостную и воздушную, оснащённые манометром и помещаемые в термостат. При проведении испытаний предварительно охлаждённую пробу нефти или нефтепродукта вводят в жидкостную камеру, затем бомбу термостатируют при температуре  $(37,8 \pm 0,1) \text{ } ^\circ\text{C}$  до установления постоянного давления после регламентированного встряхивания. Показания манометра принимают за

нескорректированное давление насыщенных паров по методу Рейда (Рис. 2).

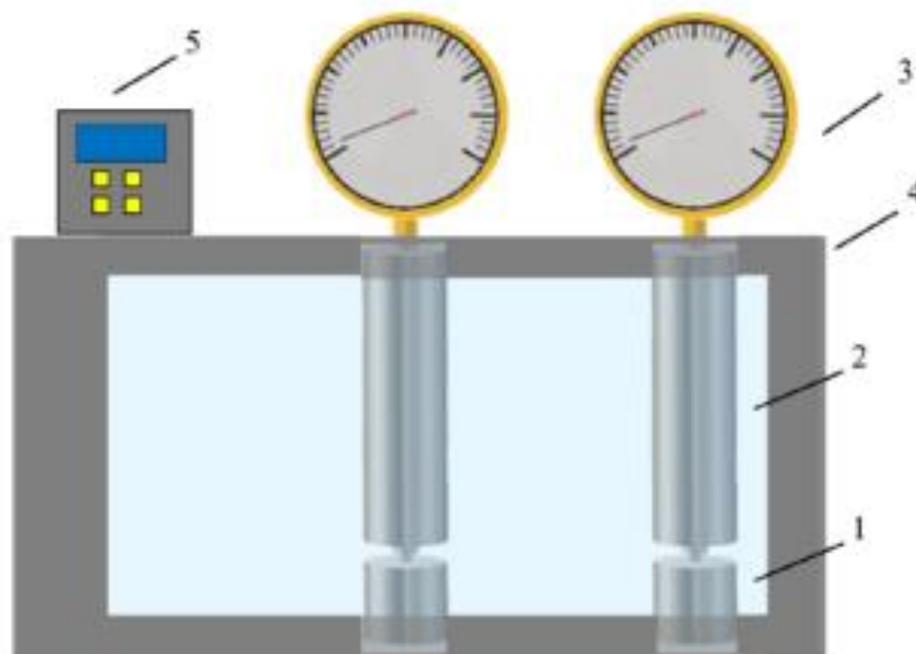


Рис. 2. Схематическое изображение установки для определения давления насыщенных паров по методу Рейда: 1 – топливная камера; 2 – воздушная камера; 3 – манометр; 4 – термостат; 5 – регулятор температуры

Автоматизированные анализаторы давления паров, в свою очередь, реализуют иной подход к организации эксперимента, но сохраняют ключевые параметры, температуру  $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  и соотношение фаз жидкость/пар 1:4, и так это обеспечивает сопоставимость с результатами метода Рейда. В типичной конфигурации проба с помощью шприца или автоматического пробоотборника вводится в герметичную вакуумную камеру малого объема, оснащённую датчиком давления и системой термостатирования.

При перемещении поршня или изменении объёма камеры создаётся пространство для паровой фазы, формируется требуемое соотношение фаз, и по мере достижения равновесия регистрируется давление. На основе измеренного ASVP прибор, согласно заложенным в микропрограмму корреляционным уравнениям, может автоматически

рассчитывать DVPE и эквивалентное давление по Рейда (RVPE, ДНП R) (Рис. 2).

Систематизация основных показателей и соответствующих им методов измерений удобнее всего представляется в виде сводной таблицы, которая демонстрирует распределение показателей по типу определения (чисто экспериментальные и экспериментально-расчётные), типу оборудования и нормативной базе.

Таблица 1. Основные показатели давления паров нефти и нефтепродуктов и применяемые методы их определения [5]

Показатель	Обозначение / англ. название	Способ получения	Оборудование	Основные нормативные документы
Давление насыщенных паров по методу Рейда	ДНП, Vapor pressure (Reid method)	Экспериментальный	Бомба Рейда	ГОСТ 1756-2000, ASTM D323-20a, ГОСТ 31874-2012
Давление насыщенных паров, содержащих воздух	ASVP, Air saturated vapor pressure	Экспериментальный	Автоматический анализатор	ГОСТ EN 13016-1-2013, ASTM D5191-20
Эквивалентное давление сухого пара	DVPE, Dry vapor pressure equivalent	Экспериментально-расчётный ( $DVPE = 0,965 \cdot ASVP - 3,78$ )	Автоматический анализатор	ASTM D5191-20, методические рекомендации
Полное давление паров сырой нефти	VPCR4, Vapor pressure of crude oil	Экспериментальный	Автоматический анализатор	ГОСТ Р 52340-2005, ГОСТ 33361-2022, ASTM D6377-20
Эквивалентное давление паров по Рейда	RVPE, ДНП R, Reid vapor pressure equivalent	Экспериментально-расчётный (на основе VPCR4, несколько корреляций)	Автоматический анализатор	ГОСТ 8.601-2010, ГОСТ Р 52340-2005, ГОСТ 33361-2022, ASTM D6377-20

Практика российских испытательных лабораторий и производителей стандартных образцов показывает, что именно многообразие показателей и методов порождает риск методологических ошибок. Так, в ряде случаев

значения ASVP, DVPE, RVPE или полного давления паров ошибочно трактуются и предъявляются как «давление насыщенных паров по методу Рейда», и это приводит к некорректному сопоставлению результатов и формальному нарушению требований нормативных документов. Для целей метрологического обеспечения перехода к автоматизированным анализаторам принципиально важно, более чётко разграничивать область применения каждого показателя и методики, немаловажно понимать, какие из них напрямую опираются на метод Рейда, а какие являются его расчётными эквивалентами в условиях автоматизированных методов.

В качестве иллюстрации опыта российских лабораторий целесообразно подробнее рассмотреть пример, который связан с разработкой и применением государственных стандартных образцов давления насыщенных паров нефтепродуктов типа ДНП-ПА, выпускаемых ООО «Петроаналитика». Стандартные образцы ориентированы на обеспечение единства измерений ДНП по ГОСТ 1756-2000 и ГОСТ 31874-2012, на поверку средств измерений, реализующих метод Рейда и родственные методики определения давления паров. В паспортах ГСО ДНП-ПА указываются реальные значения давления насыщенных паров в широком диапазоне, от порядка 5-9 до 100–120 кПа, с нормированной относительной погрешностью не более 1% или 2,5% в зависимости от конкретного типа образца [6].

Для систематизации информации о стандартных образцах, применяемых в российской практике, и их роли в метрологическом обеспечении измерений давления паров целесообразно представить сводные данные в таблице.

Таблица 2 – Номенклатура ГСО давления насыщенных паров нефтепродуктов, ориентированных на метод Рейда и автоматизированные методы

Тип ГСО	Контролируемый показатель	Примерный диапазон ДНП, кПа	Нормируемая относительная погрешность	Ориентированные методы и СИ
ДНП-ПА (метод Рейда)	Давление насыщенных паров по методу Рейда	5–9; 10–19; 20–29; ...; 100–120	Не более 1–2,5% (в зависимости от типа ГСО)	Бомбы Рейда, установки по ГОСТ 1756-2000 и ASTM D323
ДНП-ПА (ASVP)	Давление насыщенных паров, содержащих воздух (ASVP)	30–80 и выше	Не более 1–2,5%	Автоматизированные анализаторы по ГОСТ EN 13016-1, ASTM D5191
ГСО для VPCR4 / ДНП R	Полное давление паров сырой нефти и эквивалентное давление по Рейда (ДНП R)	Диапазоны, характерные для товарных нефтей и конденсатов	Нормируемая комбинация абсолютной и относительной составляющих	Автоматизированные анализаторы по ГОСТ Р 52340-2005, ГОСТ 33361-2022, ASTM D6377

Таким образом, переход от метода Рейда к автоматизированным анализаторам в российских лабораториях, на практике сопровождается, помимо смены оборудования, еще и развитием линейки стандартных образцов, которые способны охватить сразу несколько взаимосвязанных показателей давления паров. Для метрологического обеспечения, все это открывает возможность строить комплексные схемы поверки и калибровки, в которых каждый метод занимает свое место, а сопоставимость их результатов обеспечивается как через участие в межлабораторных экспериментах, так и через использование согласованной системы ГСО [7].

В современных работах, посвящённых сопоставимости метода Рейда и автоматизированных анализаторов, оценка эквивалентности результатов строится на совокупности формализованных статистических процедур, которые включают анализ прецизионности, корреляционно-регрессионное моделирование и оценку расхождений между результатами различных

методов измерений. При данном подходе, возможно, более качественно описать различия между показателями RVP, ASVP, DVPE, VPCR4, RVPE, также, количественно задать диапазоны, в которых они могут рассматриваться как эквивалентные в метрологическом смысле.

С позиции системного подхода к метрологическому обеспечению испытаний нефтепродуктов, описанный опыт российских лабораторий и производителей ГСО даёт основание выделить несколько ключевых направлений совершенствования:

- развитие регламентов совместного применения метода Рейда и автоматизированных анализаторов на основе плановых парных измерений и статистической оценки смещения между методами;

- расширение номенклатуры стандартных образцов, покрывающих весь используемый спектр показателей давления паров (ДНП, ASVP, VPCR4 и их эквиваленты);

- включение требований к корректной интерпретации показателей ДНП в процедуры обучения и аттестации персонала испытательных лабораторий.

В совокупности рассмотренные аспекты дают нам возможность по-другому посмотреть на сам переход от метода Рейда к автоматизированным анализаторам. И речь здесь идёт не просто о замене «старого» оборудования на «новое», а о перестройке всей системы работы с показателем ДНП, то есть, от общего понимания того, какой именно параметр измеряется в каждом конкретном случае, до того, какими стандартными образцами и статистическими процедурами эта система «подпирается» изнутри. Когда метод Рейда, автоматизированные анализаторы и специализированные ГСО используются согласованно, с чётким разграничением областей применения и регулярной оценкой смещения между методами, лаборатория получает возможность формально ссылаться на ГОСТы и ASTM, и более уверенно сопоставлять

результаты, полученные в разное время, разными методами и в разных организациях.

#### Список литературы:

1. Харченко, П. М. Определение критических параметров нефтяных фракций / П. М. Харченко, В. П. Тимофеев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 103. – С. 973-982. – EDN TFPVGX.

2. Патент № 2297459 С1 Российская Федерация, МПК С21D 6/04, С21D 7/06. Способ термической обработки деталей машин : № 2005131682/02 : заявл. 12.10.2005 : опубл. 20.04.2007 / И. А. Потапенко, Н. И. Богатырев, Е. А. Ададунов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – EDN SKZCIU.

3. Развитие энергообеспечения АПК Краснодарского края / Р. А. Амерханов, А. В. Богдан, И. А. Потапенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2004. – № 11. – С. 4. – EDN UEFOUL.

4. Харченко, П. М. Расчет вентиляции и отопления производственного здания / П. М. Харченко, В. П. Тимофеев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 42. – С. 152-155. – EDN QYZPRR.

5. Патент № 2299356 С1 Российская Федерация, МПК F03D 7/04. Ветроэнергетическая установка : № 2006105560/06 : заявл. 22.02.2006 : опубл. 20.05.2007 / С. В. Оськин, Д. П. Харченко, П. М. Харченко ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – EDN ZDLOVN.

6. Шаталов, К.В. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ // К.В. Шаталов // Южно-Сибирский научный вестник. - 2021. № 5 (39). – С. 12-22.

7. Шаталов, К.В. Новый подход к организации метрологического обеспечения испытаний нефтепродуктов [Текст] / К.В. Шаталов // Химия и технология топлив и масел. – 2020. – №6. – С. 31-38

#### References

1. Harchenko, P. M. Opredelenie kriticheskikh parametrov neftjanyh frakcij / P. M. Harchenko, V. P. Timofeev // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 103. – S. 973-982. – EDN TFPVGX.

2. Patent № 2297459 C1 Rossijskaja Federacija, MPK C21D 6/04, C21D 7/06. Sposob termicheskoj obrabotki detalej mashin : № 2005131682/02 : zajavl. 12.10.2005 : opubl. 20.04.2007 / I. A. Potapenko, N. I. Bogatyrev, E. A. Adadurov [i dr.] ; zajavitel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – EDN SKZCIU.

3. Razvitie jenergoobespechenija APK Krasnodarskogo kraja / R. A. Amerhanov, A. V. Bogdan, I. A. Potapenko [i dr.] // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – 2004. – № 11. – S. 4. – EDN UEFOUL.

4. Harchenko, P. M. Raschet ventiljacji i otoplenija proizvodstvennogo zdanija / P. M. Harchenko, V. P. Timofeev // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 42. – S. 152-155. – EDN QYZPRR.

5. Patent № 2299356 C1 Rossijskaja Federacija, MPK F03D 7/04. Vetrojenergetičeskaja ustanovka : № 2006105560/06 : zajavl. 22.02.2006 : opubl. 20.05.2007 / S. V. Os'kin, D. P. Harchenko, P. M. Harchenko ; zajavitel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – EDN ZDLOVN.

6. Shatalov, K.V. METROLOGIČESKOE OBESPEČENIE ISPYTANIJ NEFTEPRODUKTOV V CELJaH OCENKI SOOTVETSTVIJa // K.V. Shatalov // Juzhno-Sibirskij nauchnyj vestnik. - 2021. № 5 (39). – S. 12-22.

7. Shatalov, K.V. Novyj podhod k organizacii metrologičeskogo obespečenija ispytanij nefteproduktov [Tekst] / K.V. Shatalov // Himija i tehnologija topliv i masel. – 2020. – №6. – S. 31-38