

ГОСТ 3900-85 и МИ 2632-2001: проблема выбора

Wer die Wahl hat – hat die Qual (нем.)
Кто имеет выбор – имеет мучения

Соотношение между этими двумя нормативными документами уже затрагивалось много раз, но поскольку вопрос выбора между ними – не из легких, то есть резон поговорить на эту тему еще раз. В конце концов, капля камень точит.

Допустим, нам известна плотность нефтепродукта при температуре +20°C, определенная в лабораторных условиях и отвечающая критерию сходимости согласно ГОСТ 3900-85 (данный критерий отвечает за достоверность результатов, полученных в одной лаборатории).

Взяв в качестве основы данную величину, рассчитаем плотность нефтепродукта, которую он мог бы иметь при различных температурах, для чего воспользуемся соответственно таблицами ГОСТ 3900-85 и формулами МИ 2632-2001.

Эти расчеты, выполненные для шести наиболее ходовых светлых нефтепродуктов (автомобильные бензины, дизельное топливо), позволяют получить для каждого продукта графики зависимости плотности от температуры, которые представлены на рис.1. Результаты согласно ГОСТ 3900-85 представлены графиками красного цвета, согласно МИ 2632-2001 – синего цвета. Первое, что бросается в глаза, это то, что на реалистичном для светлых нефтепродуктов интервале температур от –40°C до +35°C (для бензинов) и до +50°C (для дизельного топлива) эти зависимости являются практически линейными.

Если составить уравнения прямых, то мы получим функции зависимости плотности $\rho(t)$ от температуры t , которые приведены ниже.

| Вид нефтепродукта | ГОСТ 3900-85 | МИ 2632-2001 |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| бензин А-76 зимний (А-76 З) | $\rho(t) = -0,00082t + 0,73545$ | $\rho(t) = -0,00090t + 0,73734$ |
| бензин А-76 летний (А-76 Л) | $\rho(t) = -0,00080t + 0,75204$ | $\rho(t) = -0,00089t + 0,75438$ |
| бензин А-92 (А-92) | $\rho(t) = -0,00076t + 0,77770$ | $\rho(t) = -0,00088t + 0,77999$ |
| бензин А-95 (А-95) | $\rho(t) = -0,00076t + 0,77770$ | $\rho(t) = -0,00088t + 0,78004$ |
| дизельное топливо зимнее (ДТ З) | $\rho(t) = -0,00069t + 0,83200$ | $\rho(t) = -0,00072t + 0,83258$ |
| дизельное топливо летнее (ДТ Л) | $\rho(t) = -0,00068t + 0,84058$ | $\rho(t) = -0,00071t + 0,84144$ |

Формулы примечательны тем, что множители перед аргументом t есть величины, которые при прочих равных условиях показывают, на сколько единиц объема (миллилитров, литров) изменится объем нефтепродукта (соответственно миллилитров или литров) при изменении его температуры на 1°C. Именно эти коэффициенты подразумевались, когда шла речь о температурном изменении объема нефтепродукта при отпуске с АЗС или в горловине автоцистерны¹.

Однако с точки зрения соотношения двух нормативных документов важнее другое.

По всем шести видам рассматриваемых нефтепродуктов графики пересекаются в точке, соответствующей +20°C. А потому при температурах, меньших +20°C, ГОСТ 3900-85 дает заниженные значения плотности, чем методика МИ 2632-2001. И наоборот, при температурах, больших +20°C, ГОСТ 3900-85 дает завышенные значения плотности по сравнению с методикой МИ 2632-2001. Чем дальше отстоит та или иная температура от +20°C, тем шире раскрываются "ножницы" между двумя нормативных документов.

¹ Современная АЗС. 2005. № 1, 6.

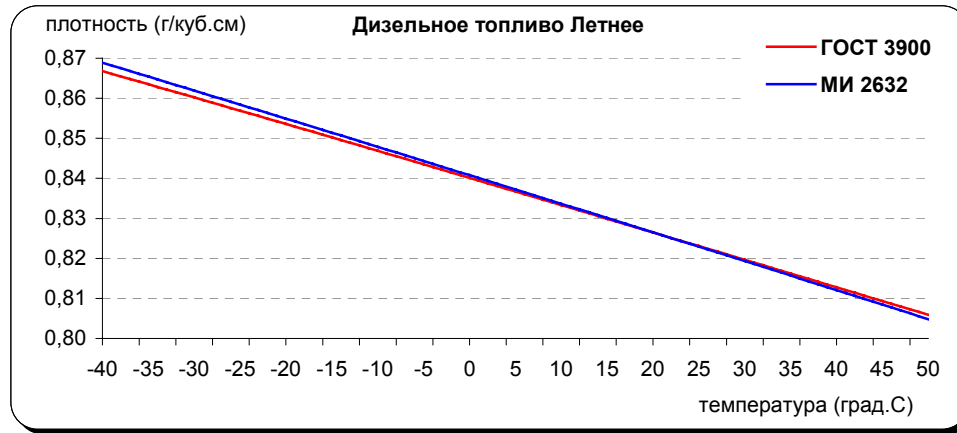
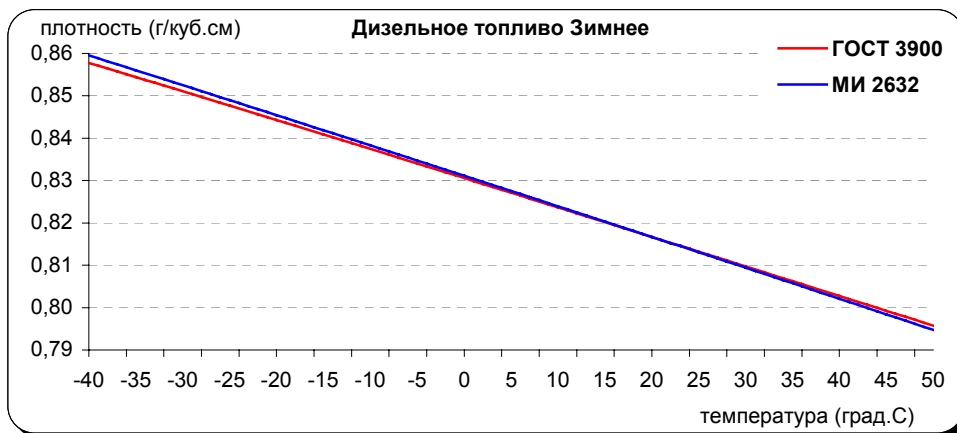
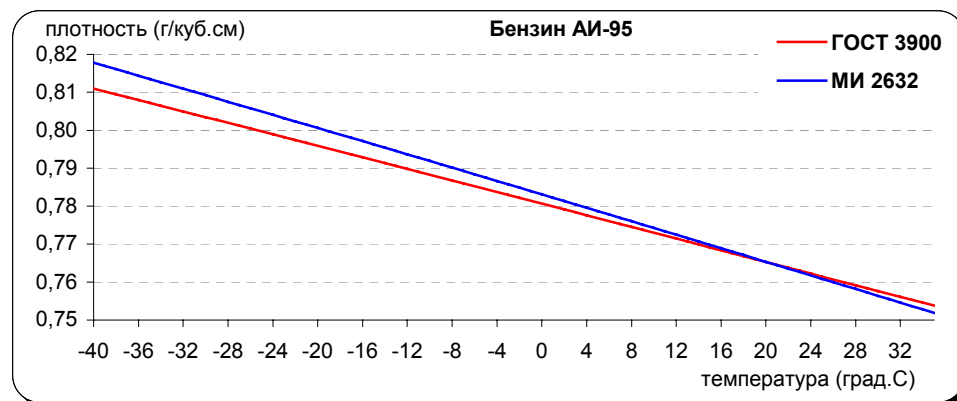
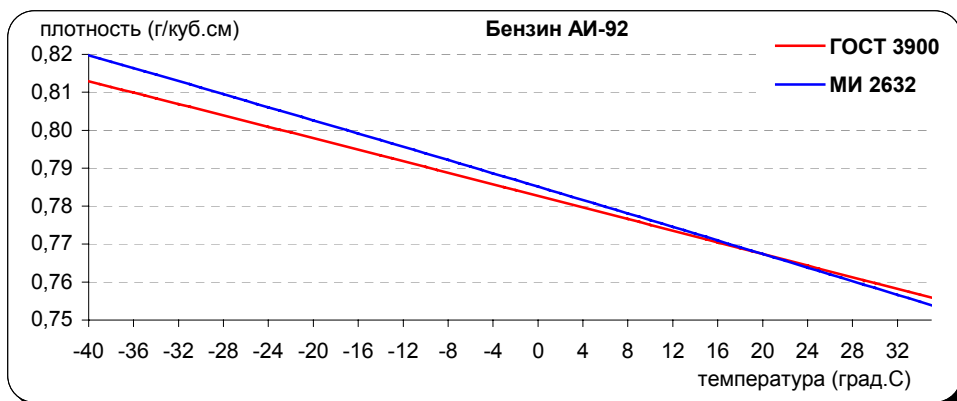
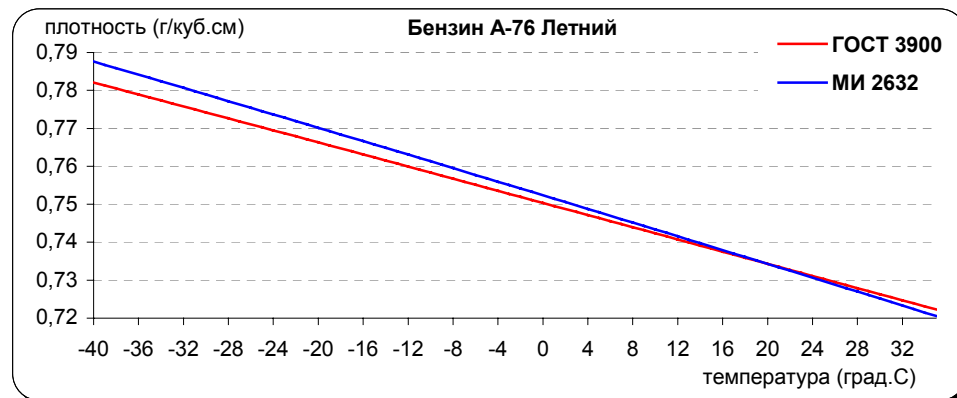
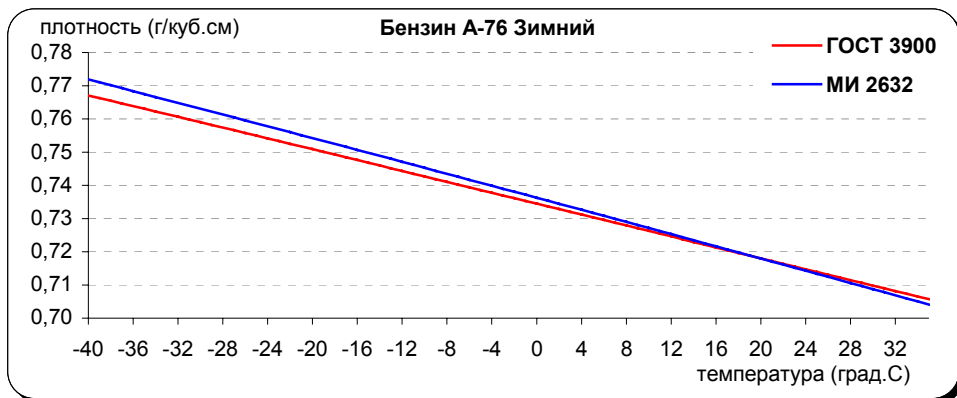


Рис.1. Зависимость плотности нефтепродуктов от температуры согласно ГОСТ 3900-85 и МИ 2632-2001

Естественно, что в подобной ситуации тотчас же возникает вопрос: а какой из нормативных документов точнее отражает реальную зависимость плотности нефтепродукта от температуры?

Ответ подсказала практика.

В нашем распоряжении имеется представительная статистика, состоящая из сведений, полученных из сопроводительных документов поставщиков, с одной стороны, и из записей, имеющихся в журналах учета поступивших нефтепродуктов на нефтебазах, с другой.

Расхождения между массой нефтепродуктов, указываемой в сопроводительных документах, и массой, зафиксированной операторами нефтебазы при приеме железнодорожных цистерн (то есть излишек, если расхождение имеет знак +, и недостача, если –), описываются распределением (рис.2) со следующими характеристиками:

- среднее расхождение составляет –51 кг, то есть такова средняя недостача на одну цистерну;
- медиана распределения равна –53 кг, мода соответственно –24 кг;
- среднеквадратическое (стандартное) отклонение составляет 131 кг;
- эксцесс распределения равен 5,1 и коэффициент асимметрии равен –0,4;
- общая сумма расхождений отрицательна, то есть имеют место недостачи.

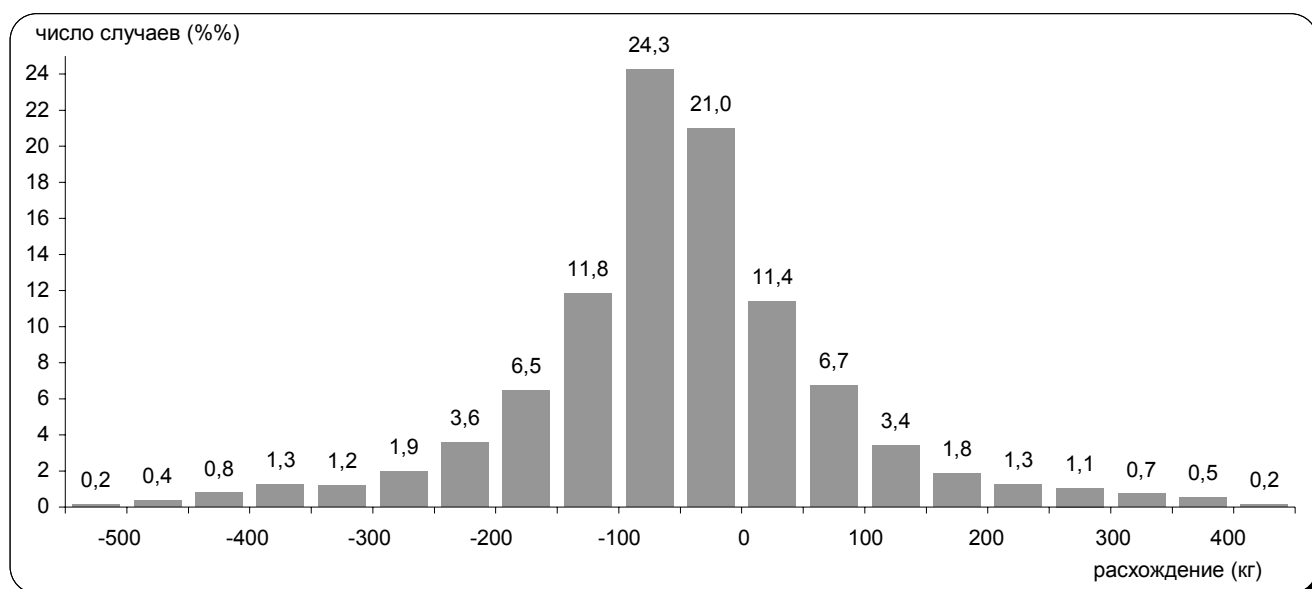


Рис.2. Статистика расхождений между массой, указанной в отгрузочных документах поставщика, и массой, указанной в журнале приема нефтепродуктов на нефтебазах (кг)

Такие симметричные распределения, близкие к Гауссову, возникают как следствие одной существенной причины. Последней сопутствует множество случайных независимых факторов, приводящих к незначительным взаимопоглощающим отклонениям от средней величины совокупности в большую или меньшую сторону. В рассматриваемой ситуации объяснение природы недостач могло быть сведено к поиску одной универсальной причины. Это облегчало задачу, которая на сегодняшний день является исключительно актуальной.

В первую очередь удалось установить, что одна из причин – это не совсем корректное определение объема продукта в цистернах, обусловленное округлением высоты взливов до целых сантиметров. Но так как этот вопрос уже поднимался², то на этом останавливаться не будем. Отметим лишь, что данный фактор не объяснял всей картины, поэтому анализ был продолжен. После показателей взливов и объемов предметом изучения стало влияние плотности продукта в цистерне.

² Современная АЗС. 2005. № 2.

На основе имеющейся статистики по каждой железнодорожной цистерне для плотности нефтепродукта, найденной операторами нефтебаз при приемке продукта, была рассчитана приведенная плотность при +20°C в соответствии с коэффициентами пересчета, установленными ГОСТ 3900-85. Далее из этой приведенной плотности вычиталась паспортная плотность продукта (при +20°C), указанная поставщиком в отгрузочном документе. Тем самым находилось расхождение двух плотностей при +20°C, одна из которых соответствовала отгрузке продукта, а другая – его приемке. В итоге была получена картина, которая представлена на рис.3-5 и пригодна для проверки на критерий воспроизводимости измерений согласно ГОСТ 3900-85 (данный критерий регулирует достоверность результатов, полученных в двух независимыми лабораториями).

На этих графиках, особенно по бензинам, явно прослеживается трендовое смещение расхождений из области отрицательных значений в область положительных значений по мере смещения температуры продукта при отгрузке от низких значений к высоким.

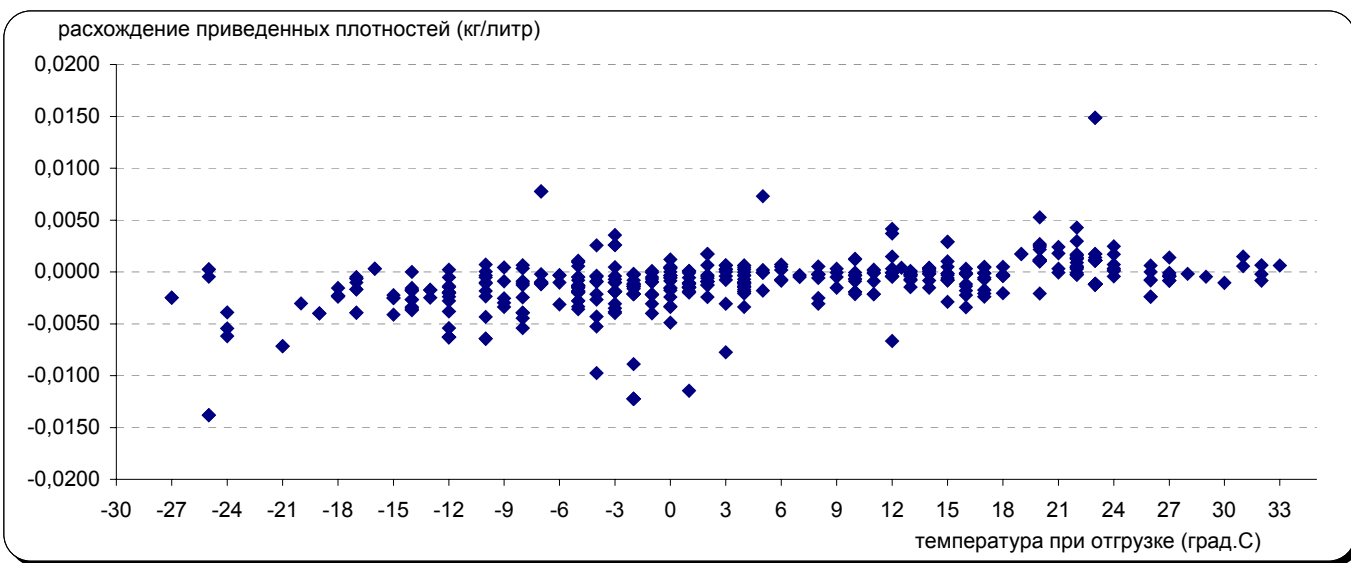


Рис.3. Расхождение между паспортной плотностью при отгрузке и плотностью при приемке, приведенной к 20°C, для бензина А-76 (зимнего, летнего)

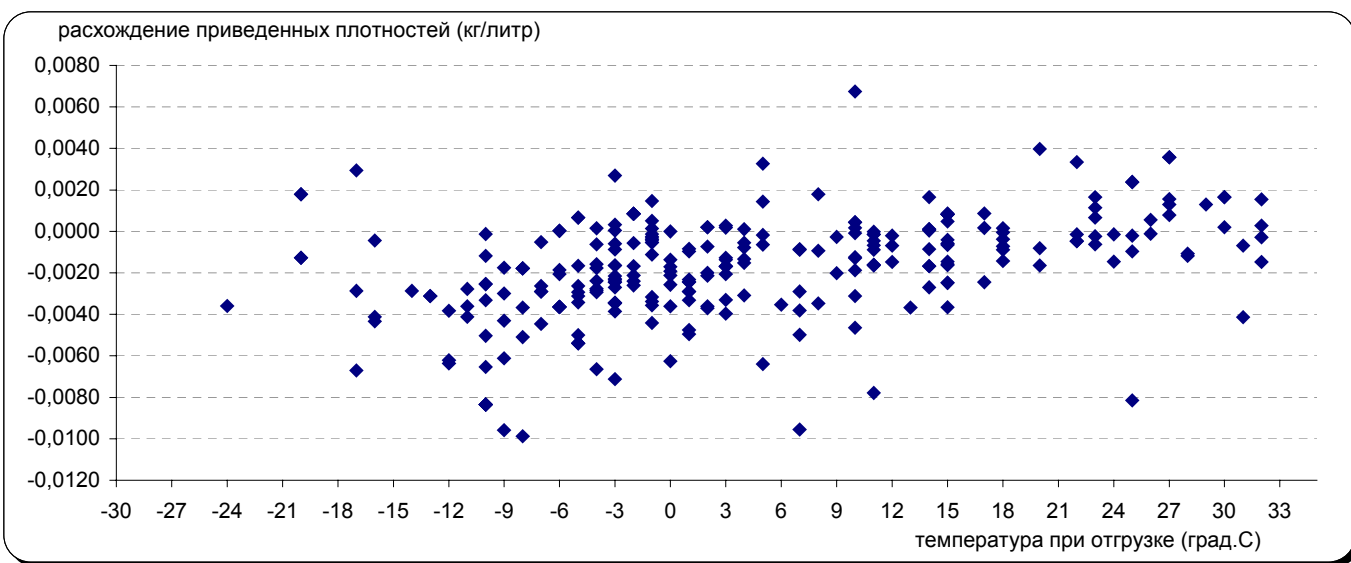


Рис.4. Расхождение между паспортной плотностью при отгрузке и плотностью при приемке, приведенной к 20°C, для бензина AI-92

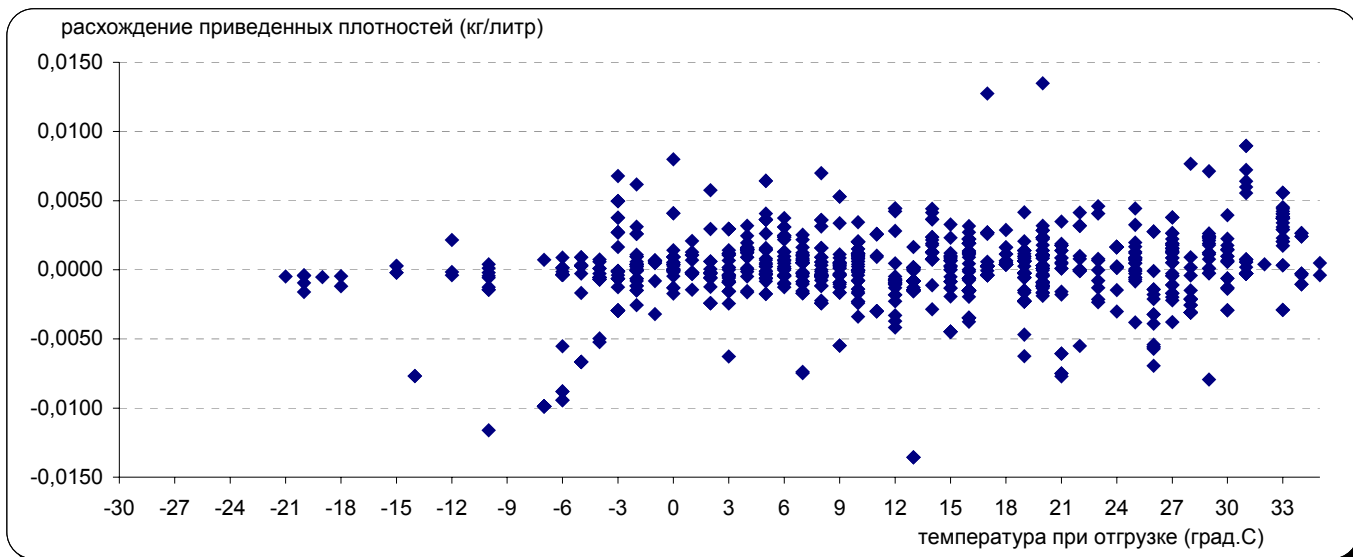


Рис.5. Расхождение между паспортной плотностью при отгрузке и плотностью при приемке, приведенной к 20°C, для дизельного топлива (зимнего, летнего)

Далее, обнаруживается, что приведенная плотность по бензинам, определяемая при приемке, устойчиво выше паспортной плотности, указываемой при отгрузке. Это подтверждается значениями средней приведенной плотности, представленными в табл.1.

Таблица 1: Статистика плотности нефтепродуктов, приведенных к +20°C, при отгрузке и приемке

| Показатели | Бензин А-76 (зимний, летний) | | Бензин АИ-92 | | Бензин АИ-95 | | Дизельное топливо | |
|---|---------------------------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|-------------------|---------|
| | отгрузка | приемка | отгрузка | приемка | отгрузка | приемка | отгрузка | приемка |
| Средняя приведенная (при +20°C) плотность, г/см ³ | 0,7250 | 0,7261 | 0,7605 | 0,7622 | 0,7606 | 0,7610 | 0,8126 | 0,8125 |
| Среднеквадратическое отклонение г/см ³ | 0,0099 | 0,0093 | 0,0062 | 0,0060 | 0,0078 | 0,0070 | 0,0095 | 0,0087 |
| Средняя температура продукта, °C | 4,1° | 0,7° | 3,6° | 0,2° | 5,9° | 1,1° | 13,6° | 3,8° |
| Нарушение воспроизводимости по ГОСТ 3900-85, процент от общего числа сравнений плотностей | 45,0% | | 63,6% | | 50,0% | | 47,2% | |

Расхождения приведенных плотностей по бензинам АИ-80 и АИ-92 практически балансируют на грани предельной величины критерия воспроизводимости, установленному ГОСТ 3900-85 для светлых нефтепродуктов ($0,0012 \text{ г/см}^3$):

- для бензина А-76: $0,7261 - 0,7250 = 0,0011 \text{ г/см}^3$;
- для бензина АИ-92: $0,7622 - 0,7605 = 0,0017 \text{ г/см}^3$.

Кроме того, в более чем половине случаев результаты измерений плотности вообще не удовлетворяют критерию воспроизводимости, установленному ГОСТ 3900-85.

Подобное систематическое нарушение критерия воспроизводимости косвенно указывает на то, что причина расхождений кроется не в точности замеров, выполняемых поставщиком и операторами нефтебаз, а в чем-то другом, более существенном.

Очевидно, что речь может идти или о систематическом занижении плотности нефтепродукта в отгрузочных документах, или же, наоборот, о его систематическом завышении при приемке на нефтебазах.

Но есть ряд обстоятельств, которые позволяют с достаточной долей уверенности разобраться в ситуации.

В пользу того, что при приемке не происходит завышения плотности, можно привести

следующее: во-первых, маловероятно, что операторы нефтебаз склонны завышать плотность; во-вторых, меньшее среднее квадратическое отклонение при приемке однозначно свидетельствует, что точность определения плотности нефтепродукта операторами нефтебаз при приемке даже выше, чем точность определения плотности поставщиком при отгрузке.

В то же время, согласно рис.3-5 и табл.1, наблюдается явная корреляция расхождения со средней температурой отгрузки. Чем ниже средняя температура отгрузки, тем больше расхождение, и наоборот: максимальное расхождение по бензину АИ-92 (средняя температура отгрузки +3,6°С) и практически нулевое по дизельному топливу (средняя температура отгрузки +13,6°С). Это подсказывает, что корреляция может быть обязана тем самым "ножницам", которые показаны на рис.1. Другими словами, налицо признаки, говорящие о том, что имеет место, видимо, вполне реальное систематическое занижение плотности при отгрузке, возникающее вследствие применения ГОСТ 3900-85, и которых могло бы и не быть, если бы для расчетов плотности применялась методика МИ 2632-2001.

Итак, есть основания полагать, что сегодняшняя нормативная база способствует искажениям количества нефтепродуктов при отгрузке и приемке железнодорожных цистерн.

С одной стороны, и поставщик, и покупатель имеют равную возможность манипулировать объемом в цистерне в свою пользу за счет округления высоты взливов до целых сантиметров. Но если для поставщика есть прямой коммерческий резон завышать взливы, то для покупателя такой выгоды в явном виде от занижения взлива не существует.

С другой стороны, если поставщик определяет плотность продукта, опираясь на ГОСТ 3900-85, то влияние последнего на массу продукта в цистерне может быть разным. Если температура продукта в цистерне меньше +20°С, то ГОСТ 3900-85 приведет к занижению плотности, и в результате два искажения – объема за счет округления взлива и плотности в результате применения ГОСТ 3900-85, – взаимно гасят друг друга, то есть масса продукта может оказаться близка к истинной, и покупатель не особенно теряет. Но если же температура продукта выше +20°С, то ГОСТ 3900-85 приведет уже к завышению плотности, и в итоге два искажения (объема и плотности) накладываются друг на друга, оборачиваясь для покупателя особенно заметной недостаточей продукта при приемке.

Как бы там ни было, остается лишь повторить прежний вывод, что альтернативы методике МИ 2632-2001 на сегодняшний день не существует. Равно как нет альтернативы и замерам взливов в цистернах с точностью до миллиметра. Лишь тогда можно будет с гораздо большей уверенностью говорить, в чью пользу склоняется чаша недостач и излишков при железнодорожных поставках нефтепродуктов – поставщика или покупателя.