

Функционирование молокоперерабатывающих предприятий невозможно ни без холода, ни без тепла. Журнал «Сфера: молоко, мороженое» начинает серию публикаций об укрощении этих двух стихий на благо молочной промышленности. Сегодня мы поговорим о выборе теплоносителя. Пар или тепло?



Заложники паровых котлов, освобождайтесь!

Владимир Новиков

Автор настоящей статьи начал производственную деятельность в 1972 году в качестве главного механика Половинского молзавода Курганской области, тогда же отведав всю прелесть обслуживания паровых котлов ČKD Dukla на каменном угле. Сибирский мороз (даже не в экстриме, а рядовой) – под -30° С. На этом свежем воздухе требуется выковырять уголь из бурта любыми силами, с любой степенью механизации, измельчить его в крошку на шнековой и молотковой дробилках, после чего подать в теплое помещение котельной – в бункеры перед котлами. Золотудаление из котлов – тоже сомнительное удовольствие.

Позднее был другой завод, где паровые котлы работали на мазуте, с присущими ему прелестями разогрева и грязными утечками. Но инженерная задача была выше и благороднее: добиться, чтобы сгорание мазута было полным, и дым из трубы шел исключительно белого цвета. Добились приемлемой белизны.

Затем с очередным повышением в должности министерство перевело на завод с газовой паровой котельной. Там удалось еще больше облегчить жизнь заводчанам посредством перевода технологического процесса с пара на водогрейный режим. Как впоследствии оказалось, подобная схема

работы (на горячей воде с температурой +98° С в качестве теплоносителя) и есть тот самый технический тор в совокупности с организационным кайфом абсолютной и безаварийной управляемости процессами, до которого многие предприятия в России так и не добрались, даже спустя сказочные «тридцать лет и три года».

Неизбежность взгляда на исторические корни

Если обратиться к становлению пароэнергетики, легко выяснить, что цель создания паровых котлов состояла в преобразовании давления пара в механическую работу. Над этим славно потрудился первый российский теплоэнергетик Иван Иванович Ползунов, который в 1763 году изобрел, а двумя годами позднее создал первую в мире работоспособную паровую машину с целью, как он говорил, «облегчить труд по нас грядущим новым двигателем действия непрерывного». Его коллега в деле создания паровых котлов, а именно в варианте 1782 г., – англичанину Джеймсу Уатту (D. Watt) в доле славы повезло больше: именно в его честь названа единица мощности «Ватт». Совершенствуя преобразование тепла в работу, в 1889 году шведский инженер французского происхождения Карл Густав Патрик де Лаваль догадался применить активную турбину и расширяющееся

паровое сопло для эффективного привода ранее созданного им в 1878 году молочно-го сепаратора. Конструкция оказалась удачной и дожила до нашего времени, а давление пара в котлах продолжали наращивать до 84 атмосфер. Даже сегодня такая величина давления вызывает почтение, а термины «турбина Лавалья» и «сопло Лавалья» прочно вошли в технический словарь инженеров.

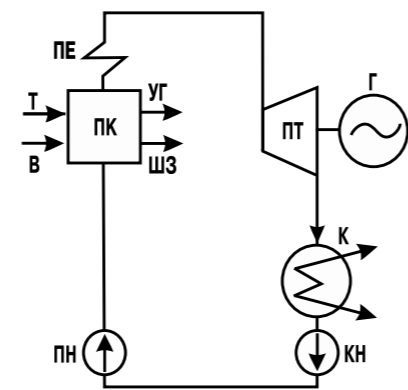


Рисунок 1. Простейшая тепловая схема КЭС – конденсационной электростанции. Т – топливо, в – воздух, уг – уходящие газы, шз – шлаки и зола, ПК – паровой котел, пе – пароперегреватель, пт – паровая турбина, Г – генератор электрической энергии, к – конденсатор ретурного пара (отопительная нагрузка, либо градирня), кн – конденсационный насос, пн – питательный насос.

Тем временем в деле совершения механической работы назревала подлинная революция. За год до появления турбины гениальный Никола Тесла создал электродвигатель переменного тока, Николай Осипович Доливо-Добровольский равно тогда же усовершенствовал электродвигатель до промышленной применимости, а двумя годами спустя осуществил передачу электроэнергии по проводам на расстояние для привода трехфазного электродвигателя.

Паровой котел, турбина и электродвигатель стали долгие годы плотно сотрудничать в едином энергетическом цикле, как показано на схеме (рис. 1): котел вырабатывал пар высокого давления, который вращал турбину, соединенную с генератором трехфазного тока. По проводам электроэнергия передается на далекие расстояния, где вращала и до сих пор вращает электродвигатели. По этой схеме сегодня работают тепловые электростанции на органическом топливе – угле, мазуте, газе, выдавая в России 2007 года свыше 2/3 всей электроэнергии.

Сила отдельно, градусы – отдельно

Какие-то производственные умные головы (без иронии!) еще в XIX веке заметили, что обессилевший после турбины пар может конденсироваться с отдачей тепла не проточной воде, с последующим выбросом тепла через градирню, а различным обрабатываемым продуктам с пользой для технологических процессов. Если это делать через стенку аппарата, устраивая паровую рубашку, то конденсат будет чистым и подлежащим возврату в паровой контур для экономичности всего процесса. Красота! Сказано – сделано, как дополнение к решению основной силовой задачи. Возникла масса теплообменных аппаратов, утилизирующих остаточное тепло пара низкого давления. А вот самое интересное в указанной системе произошло в XX веке. Силовая часть на предприятиях перешла от паровых турбин к электродвигателям, запитанным от внешних электролиний, а паровые котлы средних и высоких давлений остались. Вспомните забавный анекдот: на обочине улицы трудятся двое рабочих, один из которых выкапывает аккуратные круглые ямки до полуметра глубиной, а другой так же аккуратно засыпает за первым каждую ямку и поливает рыхлый грунт. На недоуменные вопросы прохожих, зачем это, отвечают следующее: «Нас должно быть трое. Вторым обычно шел тот, кто возит на тачке саженцы

и размещает их по одному в каждой ямке. Но он сегодня на работу не вышел...».

С логикой анекдота котел вырабатывает пар с приличным давлением, который при отсутствии силовой турбины поступает в цеха предприятия, там редуцируется (его давление снижается в несколько раз) и бездарно используется в процессах подогрева обрабатываемого сырья, как обычный теплоноситель. Почему бездарно? Да потому, что для тепловых процессов, зачастую барботажных (путем трескучего введения пара в водяной объем бойлера, либо обогревающей рубашки технологического аппарата), как правило, нет необходимости во многом, с чем бесшумно и изящно справляется горячая вода с температурой до +98° С. Прежде всего исчезают потребности в самой паровой котельной с категорией промышленной опасности, в подготовке и переподготовке для этого специального персонала, в обучении руководящих кадров предприятия со сдачей ими соответствующих экзаменов и регулярной их пересдачей, в контроле и надзоре целого ведомства ГТН. А с технической стороны, нет нужды в лабораториях химводоочистки, в натрий-катионитовых фильтрах и их обслуживании, в завозе поваренной соли, растворении ее и сбросе через упомянутые фильтры в канализацию с ударом по микрофлоре очистных сооружений канализации и т. п.

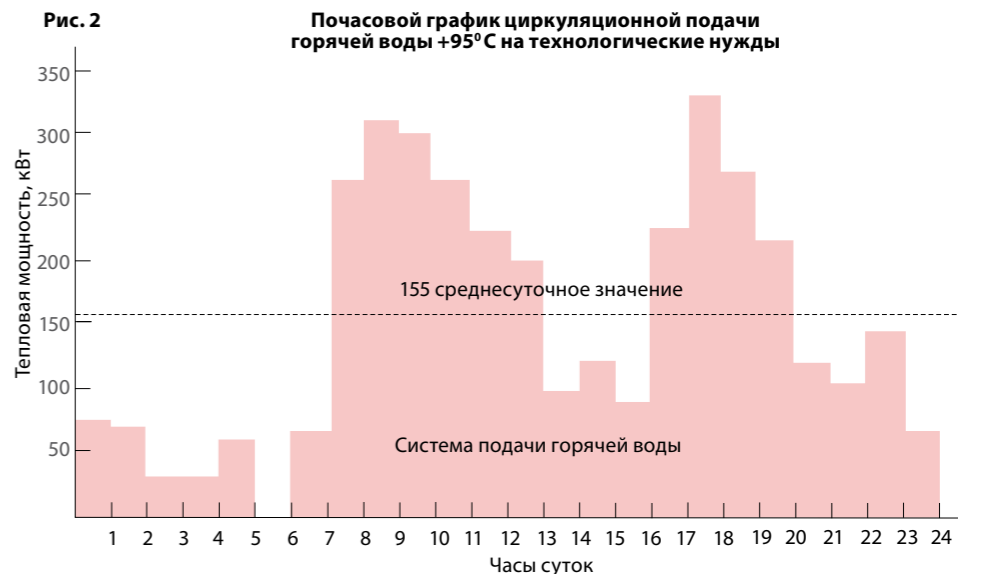
Прорыв курганцев к гениальной простоте

Многие действия в жизни мы совершаем машинально или бездумно, по инерции собственных и чужих привычек: все так делают, чего ж мне высываться. Но

в конце 60-х годов в Курганском объединении молочной промышленности нашлись свои технические «шестидесятники» и, как шестидесятники поэтические, увидели подобную несуслаицу. Изготовили для начала малюсенькую несложную водогрейную коробку, уловили сам принцип, осмелели да высунулись в другую плоскость с идеей перевода большинства технологических процессов молокоперерабатывающих предприятий на водогрейный режим работы вместо парового обогрева.

Конечно, смелость не возникла абсолютно на пустом месте. Еще в самом начале Великой Отечественной войны Ленинградский технологический институт пищевой промышленности, со всеми именитыми академиками, докторами и кандидатами, был эвакуирован именно в Курганскую область, в село Чаши. Там коллектив ученых: а) готовил в ускоренном порядке мастеров-производственников из «зеленой» молодежи; б) создавал новые технологии и оборудование с медленным их внедрением в жизнь, для чего к реализации идей был подключен машиностроительный завод. Кстати, среди академиков был Г.А. Кук – знаменитый автор теории расчета процесса пастеризации, а также других процессов и аппаратов в молочной промышленности.

Прежде всего, новаторы составили график потребления пара в течение суток. Получилась примерно такая двугорбая кривая с небольшими вариациями по различным молочным предприятиям (см. рис. 2). Но пар – это не электричество, которое переносит сравнительно безболезненно переключения «пуск – стоп». Резервировать пар в каком-либо накопителе тоже невозможно. Вот и получается: мощность



котлов выбирается такой, чтобы перекрыть пик потребления пара. А это – выше самой верхней точки. Для обеспечения работы котельной в «рваном» режиме обязательно нужны машинисты паровых котлов, чтобы вовремя прибавить и вовремя убавить мощность горелок при любых резких колебаниях в потреблении пара от нуля до максимума. Суммировали суточный почасовой расход, поделили на 24 часа и получили среднюю линию полезно затраченной тепловой мощности. Проведя, осознали и задумались: как выровнять потребление, чтобы сгладить «пики»? Вот тут-то и обратили свой интеллект к воде с аккумуляторами тепла в виде термоизолированных резервуаров любой вместимости, монтируемых на открытом воздухе.

Покумекали, выполнили соответствующие технические расчеты и конструктив, сделали. Не только получилось, но и дало большую экономию! Далее, по закону командной экономики, принудительно, под неусыпным оком областного начальства молочной отрасли тиражировали в масштабах своей области. Что из этого вышло в восьмидесятые годы – см. таблицу 1.

Практика как критерий истины подтвердила: замена привычного всем пара в качестве теплоносителя на горячую воду с температурой +95° С, при непереносимом аккумуляции некоторого ее объема для выравнивания пикового теплопотребления, повышает надежность работы предприятий и дает большую экономию теплоэнергоресурсов.

Дальнейшая судьба новшества

Заметили успехи и на самых высотах: Министерством мясной и молочной промышленности СССР был издан приказ №154 от 30 июня 1977 года «О дополнительных мерах по более эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов», где на первой же странице отмечены несомненные успехи зауральцев, а далее приказывается максимально распро-

странить этот передовой опыт там, где это можно. Главным образом рассмотренный режим исключительно благоприятно действует там, где в ассортименте цельномолочная продукция: от питьевого молока и кефира до йогурта и сметаны, а также сыры, мороженое. В течение последующего пятилетия только по России предписывалось ежегодно переводить до 100 систем на теплоноситель – горячую воду (по остальным республикам Союза – 70 систем каждый год).

Спротивление новому всегда было и всегда будет, так что на каждое принуждение наши люди выработали адекватную защитную реакцию. Приказали, – вот и будем, не торопясь, изучать, отчитываться об изучении. А что до внедрения – погодите: тут существует масса объективных сложностей и тонкостей. Топливо в нашем государстве тогда было поразительно дешевым, давалось по своевременно оформленным заявкам практически без ограничений и экономических санкций за перерасход. В этой атмосфере бесконечно ездили-ездили в Курганскую область на переоборудованные предприятия сотни делегаций (без преувеличения!) из разных регионов СССР несколько лет подряд, смотрели, кивали головами: «Что-то в этом есть». Внедряли – считанные единицы из экскурсантов. Кому захочется под давлением делать что-то чужое, неизвестное и подозрительно простое, если в этом нет ни личной славы, ни личной материальной заинтересованности... А тут пробило час, – и Советский Союз прекратил свое существование.

Минуло 15 лет, сменилось поколение руководителей и инженеров, в борьбе за выживание людей и предприятий незаметно затерялась как первичная идея выгоды, так и сама сущность системного перевода предприятий на водогрейный режим работы. Можно с горечью констатировать, что произошел полный откат на исходные инженерные позиции почти сорокалетней давности.

Об извлечении корней, почти по Козьме Пруткову

Так в чем же суть самой выгоды от замены теплоносителя «пар» на теплоноситель «вода»?

Во-первых, рынку все равно, сколько людей, какого уровня интеллекта и в какой технической системе создавали продукт. Признание происходит в момент покупки конечного продукта по определенной цене, приносящей прибыль. Как это ни грустно осознавать, но любая котельная только косвенно нужна для выработки продукции. Поставьте в цех к каждому контуру локальные системы электрообогрева, – и на котельную можно вешать замок. Вопрос только в экономичности технических решений по каждому варианту, не так ли?

Во-вторых, посмотрите на диаграмму впитывания в себя первичной термической энергии от сжигания топлива котлом каждого типа. В паровом котле это 34%, в водогрейном котле – 62% (рис. 3).

Далее, и от пара, и от горячей воды производство отбирает только верхний температурный уровень, примерно в 20 градусов, пренебрегая остальными 80° С. Математически это будет 100 - 20 = 80° С. Здесь важно не только количество энергии, но и ее качество, которое характеризуется термином «эксергия». Где качество энергии выше, там больше и ее эксергия.

Горячая вода, отдав таким образом примерно 1/5 от самого верхнего температурного предела, возвращается в термоизолированный резервуар и догревается водогрейным взрывобезопасным и полностью автоматизированным котлом только на указанные градусы. Численность ничего не производящего персонала сведена к минимуму, количество топлива – тоже, вновь посмотрите в таблицу №1. Пар же, отдав свое тепло, становится конденсатом, полный сбор которого на предприятии невозможен. В лучшем случае, в повторный цикл на молочных предприятиях возвращают 50%, сливая остальное в канализацию. Потери восполняют за счет холодной воды, которую надо очищать, подвергать ионообмену,

Таблица 1
Перевод котельных объединений молочной промышленности на водогрейный режим

| Число котельных на 1985 г. | Число котлов в них | Машинисты котельных | Слесари котельных | Аппаратчики химводоочистки | Всего рабочих | Удельные затраты на 1 Гкал тепла | Примечание |
|----------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|----------------------------|---------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Паровых – 24 | 51 | 132 | 47 | 49 | 228 | 100% | Эксплуатация без выходных дней |
| Водогрейных – 24 | 49 | 57 | нет | нет | 57 | 53% | |


www.MVK.ru
+7 495 105 34 81



2-я Международная специализированная выставка оборудования и технологий для производства, переработки и упаковывания пищевых продуктов

foodmash

www.foodmash.ru

Эффективные решения – от переработки до упаковки



26–29 июня 2007 МВЦ «Крокус Экспо», Москва, Россия

Организатор:
Международная
Выставочная компания MVK

При поддержке:
Министерства сельского хозяйства РФ,
Ассоциации «Пакмаш» (Ассоциация производителей
упаковочного и перерабатывающего оборудования)

Информационная поддержка:




Дирекция выставки: 107113, Москва, Сокольнический Вал, 1, пав. 4.
Тел./факс: (495) 105-34-81, 995-05-95; e-mail: knv@mvk.ru

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ВЫСТАВОЧНОГО ХОЛДИНГА MVK:
 MVK-СЕВЕРО-ЗАПАД: +7 (812) 332-15-24, +7 (812) 332-14-89,
 MVK-УРАЛ: +7 (343) 371-24-76, MVK-СИБИРЬ: +7 (383) 226-53-17,
 MVK-ВОЛГА: +7 (843) 291-75-89, MVK-ЮГ: +7 (863) 234-52-45



АГРОПРОДМАШ 2007

II ВСЕРОССИЙСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ:

«Современные технологии и оборудование в пищевой промышленности»

**Москва, Экспоцентр,
1 павильон, залы А, В, С
17-18 октября 2007 года**

Тематические секции Форума:

- 1 Оборудование и технологии
- 2 Переработка мяса и производство колбасных изделий
- 3 Холодильное оборудование
- 4 Упаковка продуктов питания
- 5 Пищевые добавки
- 8 День немецких технологий при поддержке IPWerde

50 развернутых выступлений ведущих специалистов России и Западной Европы в области пищевых технологий

Специальная фокус-сессия:

Технологии производства «удобной» еды – ЗРА «CONVENIENT FOOD»*

convenient food – удобная еда:
современный, быстрорастущий сектор рынка продуктов питания.

Организатор: **ИМПЕРИЯ**



800 «Империум»
Тел.: +7 (812) 327-49-18
(исключительно)
e-mail: imperia@imperiaforum.ru
www.imperiaforum.ru

При поддержке:



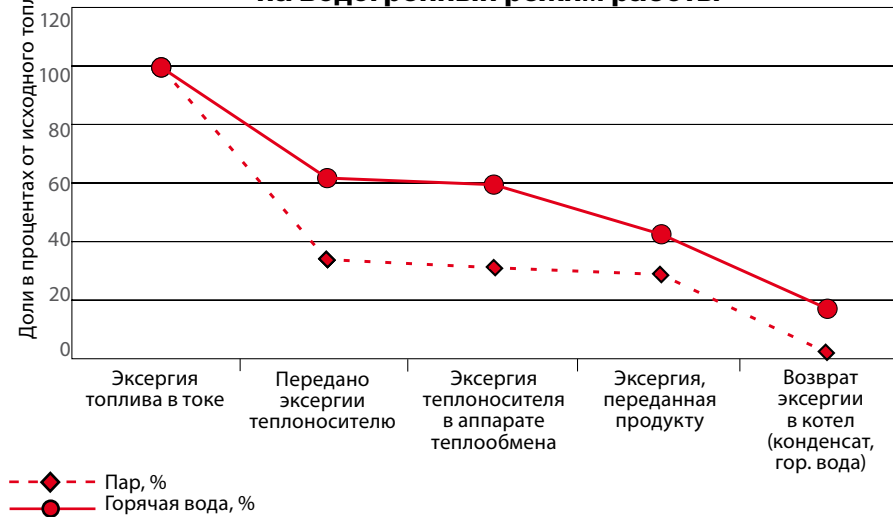
Подать заявки на участие в Форуме и получить полную информацию (программу) Вы можете на сайте www.imperiaforum.ru и по т/ф: (812) 327 49 18, e-mail: prodforum@expocentr.ru, imperia@imperiaforum.ru





Рис. 3

Эффективность перехода на водогрейный режим работы



подогревать до 100° С, удалять растворенный воздух – деаэрировать, после чего половину выбрасывать «на проход», и так – без конца. На все эти бесполезные в итоге занятия требуются существенные капитальные вложения и повышенная численность персонала. Другими словами, предприятие вынужденно несет техническую повинность, в которой давно сложившаяся и неадекватная теперь система принуждает человека поступать именно так, а не иначе. И такое принуждающее положение закреплено регламентирующими документами по промышленной безопасности с поднадзорностью потенциально опасной паровой котельной органам государственного надзора. Далее наматывается «снежный ком».

- Руководство предприятия обязано пройти обучение по промышленной безопасности со сдачей экзаменов, периодически это передавая.
- Персонал паровых котельных обязан обучаться по полугодовой программе со стажировкой и сдачей экзаменов, регулярно обновляя цикл переподготовки по укороченной программе.
- Количество обслуживающего (обученного!) персонала в котельной регламентировано нормативными документами, полная автоматизация паровых котельных так и не пробилась в жизнь под «асфальтовым катком» системы промышленной безопасности. И все это для того чтобы существовала Ее Величество Паровая Котельная с массой нерациональных затрат топлива, воды, времени, денег.

В-третьих, несмотря ни на какие достижения научно-технического прогресса, паровые котельные остаются взрывоопас-

ными в силу своей изначально силовой предназначенности. Эта сила запрятана внутри и способна в любой момент разрушить все вокруг. А на ее удержание в допустимых границах каждым предприятием постоянно тратятся немалые средства. Но нам-то нужна не сила, а температура!

В-четвертых, возьмите любую технологическую инструкцию. В ней, наряду с указанием необходимости достижения в молочном сырье температур пастеризации +72... 85° С, нередко заложены слова: «подогрев паром», «обработка паром». Какое, собственно говоря, дело технологу до теплоносителя, находящегося по другую сторону нержавеющей разделительной стенки и выходящего за рамки его собственно технологической компетенции? Главная задача технолога – потребовать от инженерной службы безусловного достижения температур и степени их нарастания (градиента) в обрабатываемом сырье и полуфабрикатах до получения высококачественного конечного продукта, а не диктовать, какими теплотехническими приемами этого добиться. Попробуйте жестко «построить» соседей через стену квартиры, где вы живете, под свои личные требования: чем им питаться, водой какой температуры мыться, на сколько оборотов закрывать дверь и т. п. – «психушка» вам гарантирована. А на производстве подобное почему-то прижилось.

Это закамуфлированное логическое несоответствие полномочий разных специалистов десятилетиями сковывает производителей многочисленными надуманными: «низзя, низзя, низзя!». Помните, в ответ на это полунижское резкое «ЗЯ!!!» в известной эстрадной миниатюре? Если

же вьедливо и скрупулезно разобраться с механизмом подогрева и его нарастания (градиента) в ходе таких операций, как пастеризация, второй подогрев, так называемое отваривание, термизация, то окажется следующее. Для живой системы, называемой молоком, получение биологически ценных продуктов возможно только при мягком нарастании температуры, без тепловых ударов. Именно такой режим обеспечивает регулируемый поток теплоносителя – горячей воды, применяя которую можно выработать, скажем, творог нежной консистенции. Кто же из нас, граждан (тоже отдельно взятых живых систем), рискнет сесть в ванну, куда не просто подали заранее подогретую воду определенной температуры, а опустили шланг с паром для поднятия температуры прямо в ванне? Боязно за собственную жизнь? Вот то-то же!

В-пятых, за десятилетия производственной деятельности автор данной статьи понял бесперспективность попыток убедить производителей в том, что они стали заложниками неудобных в эксплуатации паровых котлов, привыкли к обязательному их обслуживанию и к своему подчиненному заложническому существованию. Избегая борьбы с ветряными мельницами, пишущий эти строки перешел лет двадцать тому назад в сектор создания полнокомплектных пищевых производств без пара, где сразу начал формировать рациональные продуктивные технико-технологические системы. И сразу исчезла необходимость траты сил и времени на объяснения и разрушение психологических стереотипов у собеседников, которым нравится быть в заложниках и доказывать, какая у них сложная работа! Последний такой непродуктивный диалог с непримиримым приверженцем пара и фанатом собственной службы при паровых котлах состоялся в феврале текущего года. Тем более, к настоящему времени в России родилось и пришло в различные отрасли новое поколение водогрейных котлов, работающее без образования накипи на древесных гранулах – пеллетах с наибольшей автономностью и экономичностью работы. Рынок теперь позволяет произносить вслух грубую истину: хотите выжить – делайте экономично и качественно, не хотите – обанкротитесь, и вас заменят другие, способные адаптироваться к жестким конкурентным требованиям. Как говорили еще в Древнем Риме, «tertium non datur» – третьего не дано. ☐

Автор статьи – технический директор ООО «НПК «Резонанс»».