КАК РЫНОК МЕНЯЕТ ТРЕБОВАНИЯ
К УСТАНОВКАМ УЛЬТРАПАСТЕРИЗАЦИИ

ИНФОРМАЦИОННАЯ СТАТЬЯ



Артем Березуцкий, коммерческий директор
ООО «ТДНТ ИНЖИНИРИНГ», г. Краснодар
E-mail: info@tdnewtech.ru

Ультрапастеризация (UHT-стерилизация) долго воспринималась как технология продления срока хранения продукции. Однако развитие молочного рынка меняет ее значение: по мере роста сегментов высокобелковых напитков, детского питания, функциональных и безлактозных продуктов, а также продукции для экспорта требования смещаются от самого факта стерилизации к управлению качеством готового продукта.

В этих условиях UHT-установка становится не только узлом тепловой обработки, но и инструментом управления органолептическими свойствами, физической стабильностью, сроком хранения, санитарной надежностью и экономической эффективностью производства. Поэтому при выборе оборудования все большее значение приобретает не максимальная производительность, а способность технологической платформы работать с различными рецептурами, обеспечивать воспроизводимость режимов, адаптироваться к развитию ассортимента и сохранять высокую ремонтопригодность в течение всего жизненного цикла.

Как рыночная модель влияет на техническое задание UHT-линии

Различные модели развития молочной отрасли формируют разные требования к оборудованию. Для сравнения выбраны три рынка, отражающие наиболее характерные сценарии развития переработки. Россия представляет модель импортозамещения с одновременным развитием внутреннего производства и экспортных поставок, где ключевыми факторами становятся локализация производства оборудования, доступность комплектующих и сервисной поддержки.

Беларусь демонстрирует экспортно ориентированную модель, в которой особое значение имеют воспроизводимость технологического процесса, стабильность качества продукции и соответствие требованиям внешних рынков. Китай характеризуется масштабной переработкой молока, быстрым изменением структуры потребления и растущим спросом на специализированные продукты длительного хранения.

В совокупности эти рынки показывают, как коммерческая стратегия предприятия напрямую влияет на техническое задание при проектировании UHT-линии: от требований к локализации сервиса и доступности запасных частей до гибкости технологических режимов, масштабируемости производительности и возможности выпуска широкого спектра продуктов на одной производственной платформе.

В России переработка и экспорт растут одновременно: по данным Россельхознадзора, РФ за первое полугодие 2026 г. поставки молочной продукции за рубеж увеличились на 8,3 % и достигли 101,6 тыс. т[1], экспорт сыворотки и пермеата вырос на 34,8 %, а поставки в Китай – на 57,2 %[2]. На фоне ухода ряда зарубежных поставщиков оборудования решающим фактором становится уже не столько максимальная производительность линии, сколько возможность оперативного сервисного обслуживания, наличие комплектующих и способность оборудования адаптироваться под меняющийся ассортимент без длительных остановок производства. Беларусь сохраняет одну из наиболее выраженных экспортных моделей развития молочной отрасли. По данным президентского портала

[1]За первое полугодие 2026 года Россельхознадзор зафиксировал рост объемов экспорта свиноводческой, молочной продукции и картофеля [Электронный ресурс]. URL: https://fsvps.gov.ru/news/za-pervoe-polugodie-2026-goda-rosselhoznadzor-zafiksiroval-rost-obemov-eksporta-svinovodcheskoj-molochnoj-produkczii-i-kartofelya/ (дата обращения 14.07.2026).
[2]China Food Exhibition|China Dairy Market Size & Share Analysis [Электронный ресурс].
URL: https://www.sialchina.com/media/industrynews/2026-07-02/2998 (дата обращения 14.07.2026).

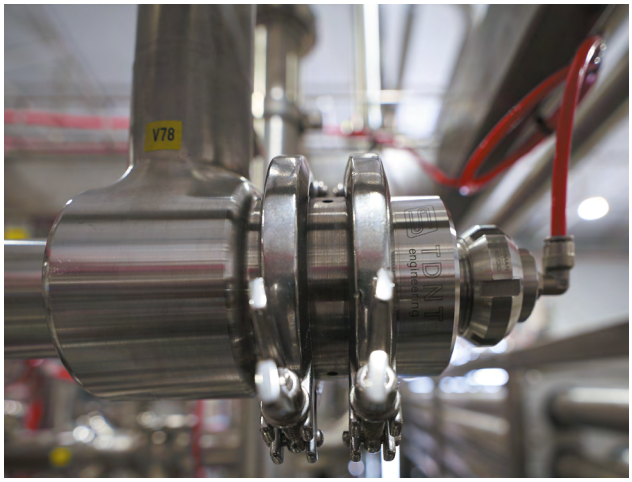
Республики Беларусь[3], экспорт молочной продукции продолжает расти, а средний удой на корову приблизился к 7,5 тыс. кг. Для предприятий, ориентированных на экспорт, ключевыми становятся воспроизводимость технологических режимов, санитарная надежность оборудования и стабильность характеристик продукции от партии к партии. Китай сочетает крупнейшие в мире масштабы переработки молока с быстрым изменением структуры спроса. По оценке Rabobank[4], производство сырого молока в 2026 г. составит около 40,9 млн т. Одновременно продолжает расти импорт продукции с высокой добавленной стоимостью, включая сыры, сливки и специализированные молочные ингредиенты, что отражает устойчивый спрос на функциональные и премиальные категории. Для таких производств особое значение приобретают асептическое исполнение линии, высокая степень автоматизации, масштабируемость производительности и возможность стабильной работы со сложными рецептурами.

Таким образом, хотя все три рынка объединяет устойчивый спрос на продукцию длительного хранения, требования к оборудованию существенно различаются. Для российских предприятий приоритетом становятся локальный сервис и независимость от импортных поставок, для белорусских – стабильность качества экспортной продукции, для китайских – высокая производительность и возможность оперативной адаптации технологических режимов под новые продуктовые категории. Именно эти различия и определяют требования к современной UHT-линии.

От рыночного спроса к сложному продукту

Расширение ассортимента молочной продукции напрямую влияет на требования к тепловой обработке. Наряду с традиционным питьевым молоком предприятия все активнее выпускают сливки, высокобелковые напитки, специализированное и детское питание, безлактозную продукцию, функциональные молочные продукты, а также отдельные категории напитков на растительной основе.

Эти категории отличаются содержанием белка, массовой долей сухих веществ, минеральным составом и вязкостью, поэтому по-разному ведут себя при высокотемпературной обработке. Высокобелковые системы характеризуются меньшей устойчивостью при хранении [1], а кальций-фосфатное равновесие существенно влияет на образование отложений на теплообменных поверхностях [2].



Асептический регулирующий клапан TDNT ACPV

При этом одинаковая производительность линии еще не означает одинаковое инженерное решение. Конструкция теплообменного контура, гидравлическая схема, параметры тепловой обработки и алгоритмы автоматического управления должны рассчитываться с учетом конкретной рецептуры и перспектив дальнейшего расширения продуктового портфеля предприятия. Сегодня производители все чаще закладывают в развитие предприятия новые продуктовые категории, поэтому при проектировании важно учитывать не только текущий ассортимент, но и потенциал его расширения. Современная UHT-установка должна быть достаточно гибкой, чтобы после перенастройки технологических режимов работать с разными категориями на одной линии. Такой подход позволяет быстрее выводить новые продукты на рынок без серьезной модернизации производства.

Качество закладывается в тепловой нагрузке на продукт

В классическом понимании процесс ультрапастеризации описывается температурой и временем выдержки. Однако современные исследования показывают, что качество определяется всей совокупностью температурно-временных воздействий – тепловой нагрузкой на продукт (thermal history), включающей скорость нагрева, время в зоне высокой температуры

[3]Совещание по отдельным вопросам развития Могилевской области Официальный интернет-портал Президента Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: https://president.gov.by/ru/events/sovesanie-po-otdel-nym-voprosam-razvitia-mogilevskoj-oblasti (дата обращения 14.07.2026).

[4]Margins tighten and supply slows - Rabobank Q2 dairy outlook [Электронный ресурс]. URL: https://ahdb.org.uk/Contents/Item/Display/144743 (дата обращения 14.07.2026).

и условия охлаждения. Для молочных продуктов это имеет особое значение из-за сложного поведения белков: при нагреве происходят денатурация сывороточных белков, изменение структуры казеиновых мицелл и взаимодействие белков с минеральной фазой молока. Выбор метода нагрева также сказывается на результате: сравнение прямого (пароконтактного) и непрямого UHT показывает различия вязкости и распределения частиц в готовом продукте [3].

Обзор T. Huppertz и H. Nieuwenhuijse показывает, что ключевыми драйверами изменений продукта и образования отложений выступают термодестабилизация белков и выпадение фосфата кальция: сывороточные белки включаются в отложения выше точки денатурации, казеины – лишь выше 100 °C, а фосфат кальция – уже с 50 °C [4]. Тепловая нагрузка на продукт влияет не только на микробиологию, но и на сохранность микронутриентов и физическую стабильность молока и сливок в промышленных масштабах [5]. Именно поэтому современная UHT-стерилизация рассматривается как процесс точного управления тепловой нагрузкой, а не просто достижения заданной температуры. Для инженера важна вся температурная траектория продукта – от предварительного нагрева и рекуперации тепла до выдержки и интенсивности охлаждения. Чем точнее контролируются эти параметры, тем ниже избыточное термическое воздействие и тем лучше сохраняются потребительские свойства готового продукта.

При проектировании UHT-линии учитывают не только температуру стерилизации, но и гидродинамику потока, время выдержки, распределение продукта в теплообменнике и эффективность рекуперации тепла. Именно совокупность этих параметров определяет тепловую нагрузку на продукт и его поведение после стерилизации.



Клапан высокого давления TDNT HPV



Клапан высокого давления с паровым барьером TDNT HPAV

Между двумя мойками: скрытая статья расходов

Образование отложений на теплообменных поверхностях (fouling) влияет не только на санитарию, но и на экономику процесса: снижает теплопередачу, увеличивает перепад давления и расходы на воду, моющие средства и энергию, сокращает рабочий цикл между безразборными мойками (CIP) [6].

Принято условно различать два типа отложений – преимущественно белковые (мягкие, формируются в диапазоне примерно 75–110 °C) и преимущественно минеральные (твердые, выше 110 °C) [4]. Даже изменение кислотности (pH) концентрата обезжиренного молока существенно меняет состав отложений и физико-химические свойства продукта [7].

Для высокобелковых продуктов, которые сейчас являются одним из драйверов рынка России, предварительная денатурация сывороточных белков, рассматриваемая как стратегия повышения их содержания, связана с риском потери стабильности при хранении [1], а деминерализация казеина влияет и на термостабильность, и на образование отложений [8].

Минеральный баланс играет самостоятельную роль: кальций-фосфатное равновесие модулирует механизмы образования отложений в растворах сывороточных белков [2]. На молекулярном уровне индукция отложений зависит от совместного действия объемных реакций, массопереноса и поверхностных реакций, причем по мере нарастания слой становится более жестким и плотным – т. е. со временем очищать поверхность труднее [9].

Материал самой теплообменной поверхности тоже влияет на интенсивность отложений: для сывороточных белков показаны различия между нержавеющей сталью и полимерными поверхностями [10]. Работа T. Skoglund дополнительно рассматривает возможное влияние пузырькообразования у поверхности теплообмена как фактора, усиливающего загрязнения – это теоретическая гипотеза, но она подчеркивает значимость гидродинамики потока [11]. Для предприятия это означает не только увеличение эксплуатационных затрат, но и снижение общей эффективности линии. Каждый дополнительный цикл CIP сопровождается остановкой производства, расходом воды, моющих растворов, энергии и рабочего времени персонала. Поэтому продолжительность стабильной работы между мойками сегодня становится одним из ключевых показателей эффективности UHT-оборудования наряду с производительностью и энергопотреблением.

Отсюда следует практический вывод: управлять образованием отложений выгоднее на стадии проектирования – через геометрию каналов, скорость потока, перепад давления и температурные градиенты, чем компенсировать их усиленной мойкой.

Эффективность UHT-линии определяется не только тем, насколько быстро она нагревает продукт, но и тем, как долго способна стабильно работать без внеплановой остановки. При проектировании специалисты ТДНТ ИНЖИНИРИНГ всегда оценивают свойства конкретной рецептуры и подбирают гидравлические и теплотехнические параметры таким образом, чтобы максимально увеличить продолжительность производственного цикла между мойками без ущерба для качества продукции.

Что закладывать в техническое задание

Техническое задание на UHT-линию логично начинать не с производительности, а с продуктовой карты предприятия: какие рецептуры выпускаются сейчас и какие категории могут появиться через три-пять лет. Для технолога принципиальны поведение белка и вязкость при нагреве, устойчивость продукта при хранении и расчетный цикл между мойками; для главного инженера – доступность сервисных узлов и локализация комплектующих; для руководителя производства – возможность оперативной перенастройки при смене ассортимента и регистрация параметров тепловой обработки каждой партии. Современная установка за счет настраиваемых режимов – температуры, времени выдержки,



UHT-стерилизатор TDNT ULTRA

скорости потока – способна работать на разных рецептурах. Способность перенастраиваться под разные продукты – это достоинство современной установки. Гибкость современной UHT-установки обеспечивается программной настройкой температуры, времени выдержки, расхода продукта, противодавления и алгоритмов автоматического управления. Это позволяет быстро переключаться между различными рецептурами и воспроизводить заданные режимы без повторной ручной настройки.

В зависимости от конфигурации одна установка может использоваться для производства питьевого молока, сливок, безлактозной продукции, восстановленного молока, высокобелковых напитков и других жидких молочных продуктов. Возможность работы с различными рецептурами закладывается еще на стадии проектирования – при расчете теплообменной поверхности, гидравлической схемы и диапазона рабочих режимов. Такой подход позволяет расширять ассортимент без глубокой модернизации оборудования.

Опыт других регионов

Мировая практика показывает, что развитие технологий UHT-стерилизации определяется не только уровнем потребления молочной продукции, но и структурой рынка, логистикой и экспортной стратегией страны. Именно поэтому зарубежный опыт интересен не столько с точки зрения объемов производства, сколько как пример инженерных подходов к проектированию оборудования, многие из которых постепенно становятся актуальными и для российских предприятий.

В Западной Европе исторически высока доля ультрапастеризованного молока в потреблении, что сформировало сильную школу проектирования асептических линий: санитарная логика и стабильность процесса

закладываются еще на стадии инженерии[5]. Новая Зеландия идет по пути экспортной стандартизации: по данным Rabobank, новозеландский выпуск молока в минувшем сезоне вырос примерно на 3,5 % и близок к рекорду, а основу экспорта составляет сухое цельное и обезжиренное молоко[6]. Высокая доля экспортной продукции требует максимально воспроизводимых технологических процессов и высокой надежности оборудования при непрерывной эксплуатации. Северная Америка демонстрирует иную потребительскую модель, где основное место занимает охлажденное пастеризованное молоко, поэтому UHT здесь не задает отраслевую логику так, как в Европе. В Южной Азии Индия, по данным ФАО, остается крупнейшим в мире производителем молока, при этом потенциал ультрапастеризации здесь только раскрывается по мере урбанизации и развития организованной переработки[7].

Можно проследить общую закономерность для всех регионов: чем шире ассортимент продукции и выше требования к стабильности качества, тем большее значение приобретают гибкость оборудования, управляемость технологических режимов, эффективность санитарной обработки и доступность сервисного сопровождения. Именно эти факторы сегодня становятся основой конкурентоспособности перерабатывающих предприятий независимо от страны.



Клапан противодавления TDNT BPV

Локальная инженерная база и комплексный инжиниринг

Рост требований к технологическому оборудованию закономерно приводит к развитию отечественных производителей, способных не только поставить отдельную установку, но и сопровождать весь жизненный цикл проекта – от разработки технологической схемы до сервисной поддержки в процессе эксплуатации.

ТДНТ ИНЖИНИРИНГ – российская инжиниринговая компания, специализирующаяся на проектировании, производстве и модернизации оборудования для молочной промышленности и предприятий по выпуску напитков[8]. Компания реализует проекты в формате комплексного инжиниринга, выступая единым партнером на всех этапах – от разработки технологического решения и изготовления оборудования до ввода линии в эксплуатацию, интеграции с существующим производством и последующего сервисного сопровождения.

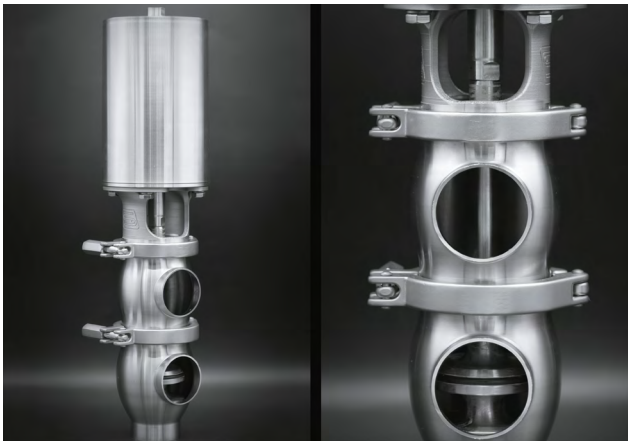
Сегодня заказчики выбирают не только оборудование, но и уровень инженерной поддержки, поэтому в ТДНТ ИНЖИНИРИНГ каждую установку рассматривают как часть производственной системы предприятия – с учетом дальнейшей модернизации, сервиса и развития ассортимента.

Технологическая платформа ТДНТ ИНЖИНИРИНГ

Компания выпускает линейку оборудования для тепловой обработки молочных продуктов, включающую установки пастеризации, UHT-стерилизации TDNT ULTRA, трубчатые теплообменники TDNT TUBULAR, автоматизированные системы безразборной мойки (CIP), модули управления емкостями асептического хранения TDNT GUARD и линейку технологических клапанов собственного производства.

UHT-стерилизаторы TDNT ULTRA внесены в Реестр российской промышленной продукции Минпромторга России[9], что подтверждает соответствие оборудования требованиям локализации и позволяет использовать его в проектах, ориентированных на импортонезависимость отрасли.

[5]Q1 2026 EU dairy products available supplies trend up [Электронный ресурс]. URL: https://ahdb.org.uk/news/q1-2026-eu-dairy-products-available-supplies-trend-up (дата обращения 14.07.2026).
[6]Margins tighten and supply slows - Rabobank Q2 dairy outlook...
[7]Gateway to dairy production and products [Электронный ресурс]. URL: https://www.fao.org/dairy-production-products/en (дата обращения 14.07.2026).
[8]ТДНТ ИНЖИНИРИНГ: направления деятельности, подразделения, сервис. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: https://tdnewtech.ru/ (дата обращения 14.07.2026).
[9]Государственная информационная система промышленности (ГИСП) [Электронный ресурс]. URL: https://gisp.gov.ru (дата обращения 14.07.2026).



Седельный клапан TDNT SVALVE

Производство оборудования организовано с применением роботизированных комплексов лазерной сварки. Такая технология обеспечивает высокую повторяемость сварных соединений, минимальную зону термического влияния, стабильную геометрию внутренних поверхностей продуктового контура и высокое качество обработки сварных швов. Для оборудования, работающего в асептических условиях, это имеет принципиальное значение, поскольку качество внутренних поверхностей напрямую влияет на эффективность процессов CIP, санитарную надежность и стабильность эксплуатации.

Помимо серийных установок пастеризации и UHT-стерилизации производительностью от 5 000 до 20 000 л/ч компания выпускает трубчатые теплообменники TDNT TUBULAR, теплообменные вставки для модернизации импортного оборудования, а также линейку технологических клапанов собственного производства – асептические регулирующие TDNT ACPV, клапаны противодавления TDNT BPV, универсальные седельные TDNT SVALVE и клапаны высокого давления TDNT HPV. Оборудование совместимо с решениями ведущих европейских производителей, что позволяет использовать его как при строительстве новых предприятий, так и при модернизации действующих производственных линий.

Вывод

Развитие рынка делает UHT-стерилизацию не просто этапом тепловой обработки, а инструментом управления качеством продукции и эффективностью производства. Поэтому при выборе оборудования сегодня оценивают не только производительность, но и возможность работы с различными рецептурами, стабильность технологических режимов, продолжительность производственного цикла между мойками, доступность сервисной поддержки и потенциал дальнейшей модернизации.

Именно поэтому техническое задание на UHT-линию все чаще формируется исходя из продуктовой стратегии предприятия, а не только из требуемой производительности. Появление отечественных решений, внесенных в Реестр российской промышленной продукции Минпромторга России, позволяет реализовать такой подход, сочетая современные инженерные решения, локальный сервис и снижение зависимости от импортных поставщиков оборудования. ■

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **de Souza, A. B.** Prior denaturation and aggregation of whey proteins: Impact on UHT high-protein dairy beverages / A. B. de Souza [et al.] // Food and Bioproducts Processing. 2024. Vol. 144. P. 43–49. https://doi.org/10.1016/j.fbp.2023.12.008
2. **André, C.** Calcium chelation by phosphate Ions and its influence on fouling mechanisms of whey protein solutions in a plate heat exchanger / C. André [et al.] // Foods. 2021. Vol. 10(2). Art. no. 259. https://doi.org/10.3390/foods10020259
3. **Wang, B.** Effect of direct steam injection and instantaneous Ultra-High-Temperature (DSI-IUHT) sterilization on the physicochemical quality and volatile flavor components of milk / B. Wang [et al.] // Molecules. 2023. Vol. 28(8). Art. no. 3543. https://doi.org/10.3390/molecules28083543
4. **Huppertz, T.** Constituent fouling during heat treatment of milk: A review / T. Huppertz, H. Nieuwenhuijse // International Dairy Journal. 2022. Vol. 126. Art. no. 105236. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105236
5. **Lalwani, S.** Impact of thermal processing on micronutrients and physical stability of milk and cream at dairy production scale / S. Lalwani [et al.] // International Dairy Journal. 2024. Vol. 153. Art. no. 105901. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.105901
6. **Alhachami, F. R.** Fouling threshold model of plate heat exchangers for use in the dairy industry / F. R. Alhachami [et al.] // Food Science and Technology. 2023. Vol. 43. Art. no. e03422. https://doi.org/10.5327/fst.03422
7. **Murphy, T. R.** The Impact of pH on fouling and related physicochemical properties of skim milk concentrate during heat treatment / T. R. Murphy [et al.] // Foods. 2024. Vol. 13(19). Art. no. 3100. https://doi.org/10.3390/foods13193100
8. **Abdallah, M.** Impact of casein demineralization on the fouling of UHT plant and the heat stability of high protein beverages / M. Abdallah [et al.] // Food and Bioproducts Processing. 2023. Vol. 137. P. 45–55. https://doi.org/10.1016/j.fbp.2022.10.012
9. **Ávila-Sierra, A.** Molecular understanding of fouling induction and removal: effect of the interface temperature on milk deposits / A. Ávila-Sierra [et al.] // ACS Applied Materials & Interfaces. 2021. Vol. 13(30). P. 35506–35517. https://doi.org/10.1021/acsami.1c09553
10. **von Harbou, E.** Whey protein fouling on polymeric heat exchangers / E. von Harbou [et al.] // Heat Transfer. 2024. Vol. 53(6). P. 2948–2964. https://doi.org/10.1002/htj.23070
11. **Skoglund, T.** Minimising bubble-related fouling: A theoretical proposal for UHT processing of milk / T. Skoglund // International Journal of Dairy Technology. 2023. Vol. 77(2). P. 594–503. https://doi.org/10.1111/1471-0307.13037