

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202392695** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2023.12.28

(22) Дата подачи заявки
2022.04.08

(51) Int. Cl. *A23B 4/03* (2006.01)
A23L 3/40 (2006.01)
B28B 13/06 (2006.01)
D21F 5/00 (2006.01)
F26B 3/28 (2006.01)
F26B 21/08 (2006.01)
G05D 22/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВНОСТИ ВОДЫ В
ВЫСУШИВАЕМЫХ ПРОДУКТАХ**

(31) **2021104049074**

(32) **2021.04.15**

(33) **CN**

(86) **PCT/EP2022/059449**

(87) **WO 2022/218861 2022.10.20**

(71) Заявитель:

**ВИСКОФАН ТЕКНОЛОДЖИ
(СУЧЖОУ) КО., ЛТД. (CN)**

(72) Изобретатель:

**Лонго Карлос Мария, Негри Сампер
Хуан (CN)**

(74) Представитель:

**Билык А.В., Поликарпов А.В.,
Соколова М.В., Путинцев А.И.,
Черкас Д.А., Игнатьев А.В., Дмитриев
А.В., Бельтюкова М.В. (RU)**

(57) Сушильное устройство и способы оценивания поверхностной активности *aws* воды высушиваемых продуктов, причем сушильное устройство содержит по меньшей мере один зонд относительной влажности *HR* атмосферы сушильного устройства и температурный зонд.

A1

202392695

202392695

A1

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВНОСТИ ВОДЫ В ВЫСУШИВАЕМЫХ ПРОДУКТАХ

Цель изобретения

Объект настоящего изобретения относится к способам оценивания поверхностной активности воды в высушиваемых продуктах и сушильному оборудованию, которое реализует указанные способы.

Предпосылки изобретения

Высушивание на воздухе используют для многих продуктов. Например, для пищевых продуктов, таких как сыры, а также колбасы, в частности сухие колбасы. Например, колбасы, такие как салями, подвергают воздействию длительных, находящихся под строгим контролем процессов высушивания в сушильных камерах, до достижения желаемого уровня высушивания. Крайне важным является контроль процессов созревания и высушивания в этих камерах, чтобы в итоге получать колбасы с оптимальными характеристиками.

Для приготовления салями, например, сначала готовят мясную смесь с желаемыми добавками и начинают ее, например, в высококачественные оболочки. Мясной продукт изначально обладает высокой активностью воды (aw), которую необходимо постепенно и непрерывно снижать до получения мясного продукта с низкой aw , который уже будет консервированным и микробиологически стабильным. Процесс высушивания необходимо выполнять в соответствии с очень строгим протоколом по времени, температуре (T) и относительной влажности ($HR\%$) камер, чтобы гарантировать постепенное высушивание продукта, поскольку если его не очень хорошо контролировать, может возникнуть дефект, называемый «образованием корки». На самом деле, цель состоит в том, чтобы высушивание было настолько быстрым, насколько это возможно в производстве, например занимало недели или месяцы, но чтобы эта скорость высушивания не приводила к чрезмерному высушиванию поверхности колбасы, предотвращая высыхание при этом и внутренности колбасы.

Для того чтобы тело, находящееся в контакте с определенной атмосферой, имело возможность высохнуть, необходимо, чтобы aw указанного тела (например, $aw \approx 0,56$) была больше, чем $HR\%$ атмосферы, с которой происходит контакт, например $50\%HR$, или, в эквивалентной форме, такой, чтобы быть сравнимой с $aw \approx 0,50$. В этом случае будет

происходить десикация тела посредством атмосферы, пока в равновесии a_w не будет идентичной на обеих сторонах. Например, если указанное тело имеет очень маленькую массу и расположено с неограниченным запасом атмосферного воздуха с $HR\%$, равной 50% (эквивалентной $a_w \approx 0,50$), в итоге тело высохнет до $a_w \approx 0,50$, чтобы привести себя в равновесие с указанной атмосферной $50\% HR$. Такой был бы случай для мелкого тела с постоянной a_w .

Однако в высушиваемом теле, таком как толстая колбаса, например салями, в котором процесс высушивания может занимать, например, 28 дней, внутри может существовать целый градиент значений a_w , от a_w внутренности салями (которая изначально будет весьма подобна исходной a_w колбасного мясного продукта) до a_w поверхности (a_{ws}) салями (которая будет стремиться находиться в равновесии с a_w атмосферы, в контакте с которой та находится). Этот градиент является динамическим, зависящим от высушивания поверхностных слоев с их снижающейся a_w , он продвигает высушивание внутренних смежных слоев, вызывая нетто движение к внешней стороне, а следовательно и нетто высушивание. Профиль a_w внутри колбасы снижается во время высушивания и зависит от истории процесса высушивания, который уже был проведен, поэтому он не является статическим и соответствует постепенному и динамическому процессу.

Движущей силой процесса высушивания является существующий градиент a_w между a_w атмосферы и a_w колбасы, так что когда указанный градиент равен 0, то есть:

$$a_w \text{ атмосферы} \approx a_w \text{ колбасы}$$

оба компонента (атмосфера и колбаса) будут находиться в равновесии и нетто поток вещества между ними будет отсутствовать. В то время как если:

$$a_w \text{ атмосферы} \ll a_w \text{ колбасы},$$

будет иметь место сильное высушивание колбасы в сторону атмосферы, тем больше, чем больше чистая разность между обеими a_w , находящимися в контакте. В этом процессе a_w колбасы, которая относится к этому эффекту, представляет собой a_w поверхности колбасы (a_{ws}), поскольку именно эта область находится в контакте с атмосферой. При этом a_w внутри колбасы (например, внутренность колбасы) не взаимодействует непосредственно с a_w внешней атмосферой, а только опосредованно и медленно посредством диффузии через все внутренние слои колбасы.

Поэтому, чтобы следовать процессу высушивания продуктов, таких как колбаса, важно контролировать следующие условия:

- a_w атмосферы, находящейся в контакте с поверхностью колбасы.

- a_w поверхности колбасы (a_{ws}).

При классическом изготовлении колбас процесс высушивания колбасы изготовитель контролировал кустарным способом, постоянно отслеживая явную степень сухости колбасы и осушающую атмосферу и воздействуя, например, посредством открытия и закрытия окон сушильной камеры, чтобы ускорять или замедлять процесс высушивания, все эмпирическим и традиционным способом.

Уже в современности этот процесс начали контролировать гораздо более строгими техническими средствами.

Например, первый член (a_w атмосферы) можно измерять непрерывно посредством зондов $HR\%$, например датчиков внутри сушильных камер, которые измеряют $HR\%$ и температуру (T) воздуха и записывают их в ходе всего процесса.

Однако что касается второго члена, измерение a_{ws} колбасы является не настолько простым, как в предыдущем случае. Действительно, тогда как термо-гигрометрические зонды непрерывно легко записывают T и $HR\%$ образца воздуха, указанным зондам необходимо, например, входить в контакт с поверхностью колбасы, чтобы после равновесного процесса предоставить равновесную $HR\%$ воздушной камеры между зондом и продуктом. Затем зонд необходимо снять, поскольку он вмешивается в сам процесс высушивания поверхности колбасы, перед тем как выполнять другое измерение. Это делает выполнение измерения a_{ws} колбасы сложным и трудным, особенно непрерывно.

Поэтому, чтобы следовать процессу высушивания, желательно получить простой и быстрый способ оценивания a_{ws} высушиваемого продукта. Настоящее изобретение удовлетворяет эту потребность.

Описание изобретения

Преимуществами изобретения являются:

- a_{ws} высушиваемого продукта может быть оценена обычным зондом $HR\%$ сушильной печи, который не обязательно является дорогим поверхностным зондом для колбасы.
- Процесс является простым и занимает мало времени, поэтому может быть использован для контроля процесса высушивания продуктов, особенно пищевых продуктов, и особенно колбас, особенно сухих колбас.
- В процессе настоящего изобретения сложные измерения мясного продукта не используются, например такие как измерение температуры поверхности инфракрасными зондами или измерение a_{ws} поверхностными гигрометрическими

зондами, или теплового потока, а вместо этого преимущественно используются обычные инструменты сушильных устройств, такие как внутренние зонды температуры и $HR\%$ атмосферы сушильного устройства, чтобы опосредованно оценивать параметры, соответствующие продукту, такие как aws продукта и интенсивность испарения (TE), которые могут помочь отслеживать и контролировать процесс надлежащего высушивания и созревания, например, салями.

Таким образом, в первом аспекте настоящее изобретение относится к способу оценивания поверхностной активности aws воды пищевого продукта, высушиваемого в сушильном устройстве, при этом процесс включает следующие этапы, выполняемые вычислительными средствами:

получение множества значений относительной влажности HR_i и/или абсолютной влажности $Habs_i$ атмосферы сушильного устройства в моменты времени t_i во время процесса высушивания продукта и получение набора репрезентативных значений относительной влажности $HRri$ на основе значений относительной влажности HR_i во время процесса высушивания продукта.

Способ дополнительно включает получение набора значений TE_i интенсивности испарения на основе набора значений $HR_i(\%)$ и/или $Habs_i$ и t_i .

Способ также включает получение линии регрессии функции $F(\alpha, \beta) = F(HRri, TE_i)$, такой, что

$$\alpha = HReq, \beta = 0$$

$$\beta = TE_{\max}, \alpha = 0.$$

В предпочтительном варианте осуществления переменная α представлена на координатной оси X, а переменная β представлена на координатной оси Y, так что:

$F(X, Y) = F(HRri, TE_i)$, причем:

$$X = HReq, Y = 0$$

$$Y = TE_{\max}, X = 0,$$

при этом $HReq$ представляет собой относительную влажность, когда воздух и поверхность высушиваемого продукта находятся в равновесии, и при этом TE_{\max} представляет собой максимальную интенсивность испарения, когда HR воздуха в сушильном устройстве является нулевой, и

Способ наконец включает оценивание значения aws высушиваемого продукта на основе $HReq$, так что:

$$aws = \frac{HReq}{100}.$$

Во втором аспекте настоящее изобретение относится к сушильному устройству для оценивания поверхностной активности aws воды высушиваемых пищевых продуктов, при этом сушильное устройство содержит по меньшей мере один зонд относительной влажности $HR\%$ атмосферы сушильного устройства и температурный зонд и вычислительные средства, приспособленные получать, посредством зондов, множество значений относительной HR_i и/или абсолютной $Habs_i$ влажности атмосферы сушильного устройства в моменты времени во время процесса высушивания продукта.

В дополнение вычислительные средства приспособлены получать набор репрезентативных значений относительной влажности $HR_{ri}(\%)$.

Кроме того, вычислительные средства приспособлены получать набор значений TE_i интенсивности испарения на основе набора значений HR_i и/или $Habs_i$ и t_i .

В дополнение вычислительные средства приспособлены получать линию регрессии функции $F(\alpha, \beta) = F(HR_i, TE_i)$, такую, что:

$$\alpha = HReq, \beta = 0$$

$$\beta = TE_{\max}, \alpha = 0.$$

В предпочтительном варианте осуществления переменная α представлена на координатной оси X, а переменная β представлена на координатной оси Y, так что:

$F(X, Y) = F(HR_i, TE_i)$, причем:

$$X = HReq, Y = 0$$

$$Y = TE_{\max}, X = 0,$$

при этом $HReq$ представляет собой относительную влажность, когда воздух и поверхность высушиваемого продукта находятся в равновесии, при этом TE_{\max} представляет собой максимальную интенсивность испарения, если HR воздуха в сушильном устройстве является нулевой, и

В дополнение вычислительные средства приспособлены получать значение aws высушиваемого продукта на основе $HReq$, так что:

$$aws = \frac{HReq}{100}.$$

В предпочтительном варианте осуществления набор репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ относительной влажности соответствует:

$$HR_{ri}(\%) = (HR_i + HR_{i+1})/2.$$

В предпочтительном варианте осуществления набор репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ относительной влажности соответствует:

$$HR_{ri}(\%) = HR_i; \text{ o}$$

$$HR_{ri}(\%) = HR_{i+1}.$$

В предпочтительном варианте осуществления набор репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ относительной влажности соответствует:

$$HR_{ri}(\%) = Me (HR_i + HR_{i+1} \dots HR_{i+N});$$

при этом Me является средним арифметическим; и

при этом N является целым числом, например, $N = 100$.

В предпочтительном варианте осуществления набор значений TE интенсивности испарения соответствует:

$$- TE_i = (HR_{i+1} - HR_i)/(t_{i+1} - t_i); \text{ o}$$

$$- TE_i = (Habs_{i+1} - Habs_i)/(t_{i+1} - t_i).$$

Другие варианты изобретения:

Хотя настоящее изобретение специально описывает приложения в области выдерживания мясных продуктов, например салями, описанный способ также применим для контролирования высушивания продуктов в общем, таких как высушенные пищевые продукты, порошки, древесина, бумага и т.д. и т.п.

Хотя в настоящем изобретении описаны приложения с долгим временем высушивания, например порядка недель, описанный способ также применим для контролирования высушивания в гораздо более коротких периодах, например порядка часов и минут, просто посредством соответственного регулирования диапазонов измерения.

Хотя настоящее изобретение описывает в подробностях приложения для высушивания с потерей веса продукта, оно также может применяться для противоположного процесса, то есть набора веса, или даже обеих, то есть процессов, которые проходят фазы высушивания и другие фазы в ином случае.

Предпочтительно процессы согласно настоящему изобретению могут быть использованы в выбранных интервалах, имеющих сравнимые условия (например, воздушного потока), и с замкнутыми системами, которые не производят обмен массой с внешней средой, например, посредством выпускного или впускного отверстия для внешнего воздуха в сушильное устройство или конденсации. Если это не так, результаты могут быть менее точными.

Описание графических материалов

Чтобы дополнить производимое описание и помочь лучшему пониманию признаков способа оценки, согласно предпочтительному примеру его практической реализации, как

неотделимая часть указанного описания прилагается набор графических материалов, на которых для иллюстративных и неограничительных целей представлено следующее:

На фигуре 1 показан период изменения температуры, относительной влажности и скорости воздуха на нижнем крае сушильного устройства во время процесса высушивания.

На фигурах с 2 по 4 показано графическое представление данных, полученных из первого диапазона значений периода с фигуры 1.

На фигурах с 5 по 7 показано графическое представление данных, полученных из второго интервала значений периода с фигуры 1.

На фигуре 8 показан 3D график набора линий регрессии, полученных способом согласно настоящему изобретению.

Предпочтительный вариант осуществления изобретения

ПРИМЕР 1

Фаза измерения:

На фигуре 1 показан график (100) изменения температуры, относительной влажности, скорости воздуха на нижнем крае сушильного устройства в каждом периоде процесса высушивания мясного продукта. В частности, фигура 1 соответствует «Периоду 4: 86-90% 16-18 °С» процесса высушивания.

Например, выбирают интервал данных между моментами времени: 4132-4162,5 минут, показанный на графике (100) фигуры 1, и следующие подробные точки выбраны в таблице 1. Временные данные в минутах преобразованы во время в часах.

Таблица 1.

Точка №	Ситуация	t (часы)	T (°C)	RH (%)	Vвоздуха (м/с)
1	1	68,87	15,64	82,08	0,075
2	2	68,89	15,74	85,35	0,075
3	3	68,97	15,81	90,10	0,077
4	4	69,03	15,94	92,19	0,079
5	5	69,08	15,94	93,15	0,081
6	6	69,21	16,00	92,82	0,084
7	7	69,37	15,83	93,98	0,089

Данные из таблицы 1 представлены на графике (200) на фигуре 2.

Фаза вычисления:

Из данных из таблицы 1 выбирают последовательные интервалы между одной точкой измерения и следующей. Интервал 1 соответствует точкам 1 и 2, (между временем t_1 и временем t_2), Интервал 2 соответствует точкам 2 и 3, и так далее.

В качестве HRr , представляющей каждый интервал, выбирают среднюю HR каждой точки и следующей. Например, в случае Интервала 1:

$$HRr = (HR1 + HR2)/2.$$

В других вариантах осуществления HRr может быть другим репрезентативным значением относительной влажности, а не средним, например:

$$HRr = HR1; \text{ или}$$

$$HRr = HR2; \text{ или}$$

Среднее арифметическое Me набора значений HR .

В качестве TE , представляющего каждый интервал, в этом примере выбрано значение отношения разностей между HR и t одной точки и следующей. Например, в случае Интервала 1,

$$TE1 = (HR2 - HR1)/(t2 - t1),$$

Таким образом получены данные в таблице 2:

Таблица 2.

Интервал	Между точками	HRr (%)	TE ($\frac{HR}{\text{часов}}$)
1	1-2	83,71	134,40
2	2-3	87,72	64,94
3	3-4	91,14	34,41
4	4-5	92,67	17,48
5	5-6	92,98	-2,70
6	6-7	93,40	6,90

Фаза представления и оценки:

На фигуре 3 данные из таблицы 2 представлены на графике (300), график x-y, на котором HRr представлена как переменная x , а TE как переменная y . На графике (400) на фигуре 4 также добавлена линия регрессии указанных данных из таблицы 2.

Посредством экстраполяции указанной линии регрессии до пересечения с осями X и Y получают следующие точки:

- Пересечение с осью X: значение $HReq$ получено из координат x-y:

$$X = HReq = 93,4\%, Y = 0.$$

- Пересечение с осью Y : значение TE_{max} получено из координат x - y :

$$X = 0, Y = TE_{max} = 1228,1.$$

Оценки параметров:

Оценочное значение aws поверхности высушиваемого продукта соответствует значению $HReq$ воздуха, полученному на предыдущем этапе, выраженному в перерасчете на единицу:

$$HReq = 93,4\% \quad aws = \frac{93,4}{100} = 0,934$$

Интерпретация: В этом случае было определено, что aws высушиваемого продукта имеет приблизительное значение 0,934, поскольку TE уменьшалось до нуля, когда HR воздуха в сушильном устройстве составляла 93,4%, и оба компонента: воздух и поверхность высушиваемого продукта находились в равновесии без нетто испарения из одного компонента в другой. В этой точке равновесия оба значения aws и $HReq$ совпадали, одно из них соответствует поверхности колбасы, а другое воздуху сушильного устройства. Таким образом, с помощью способа согласно настоящему изобретению aws высушиваемого продукта была оценена, опосредованно без прямого ее измерения, через параметры воздуха сушильного устройства.

Значение TE в каждой точке HRr может быть получено экстраполяцией на полученной линии регрессии.

Оценочное значение максимального TE соответствует значению TE_{max} , полученному на графике (300):

$$TE_{max} = 1228,1.$$

В этом случае единицы измерения TE_{max} соответствуют $\frac{HR}{\text{часов}}$.

Интерпретация: TE_{max} соответствует TE , которое было бы достигнуто, если бы $HR\%$ воздуха сушильного устройства было установлено в $HR = 0\%$. В этом случае TE было бы максимальным значением, которое можно достичь (при прочих неизменных условиях), если бы в сушильном устройстве использовали полностью сухой воздух ($HR = 0\%$). Аномально низкое значение TE_{max} могло бы указывать на то, что поверхность высушиваемого продукта является очень сухой и что даже если воздух в сушильном устройстве был бы установлен в $HR = 0\%$, интенсивность испарения высушиваемого продукта значительно бы сократилась и было бы возможно увеличивать HR воздуха сушильного устройства лишь очень медленно (очень низкий TE).

ПРИМЕР 2

Фаза Измерения:

Интервал данных между моментами времени: 4173,5-4211,5 минут «Периода 4: 86-90% 16-18°C» показанного на графике (100) на фигуре 1 выбран, и выбраны следующие детальные точки в таблице 3. Данные для t (минуты) преобразованы в t в часы.

Таблица 3.

Точка №	Ситуация	t (часы)	T (°C)	HR (%)	Vвоздуха (м/с)	Habs (г/м3)
1	1	69,56	15,66	81,70	0	11,47
2	2	69,60	15,82	88,43	0	12,54
3	3	69,61	15,84	90,71	0	12,88
4	4	69,62	15,79	91,17	0	12,90
5	5	69,64	15,68	92,92	0	13,05
6	6	69,70	15,89	92,93	0	13,24
7	7	70,19	15,76	95,23	0,05	13,45

На фигуре 5 показан график (500) со значениями из таблицы 3.

Фаза Вычисления:

Из данных из таблицы 3 выбирают последовательные интервалы между одной точкой и следующей. Интервал 1 соответствует точкам 1 и 2, (между временем t_1 и временем t_2), Интервал 2 соответствует точкам 2 и 3, и так далее.

В качестве HRr , представляющей каждый интервал, выбирают среднюю HR каждой точки и следующей. Например, в случае Интервала 1,

$$HRr = (HR1 + HR2)/2.$$

В этом примере 2 рассматриваются дополнительные данные, демонстрирующие гибкость способа настоящего изобретения.

Из значений HR и $T(^{\circ}C)$ вычисляют $Habs$ (g/m^3) воздуха посредством обычных психрометрических уравнений. Эти значения включены как дополнительная колонка в таблице 3.

В качестве TE , представляющего каждый интервал, в этом примере 2 выбрано значение отношения разностей между $Habs$ и t одной точки и следующей. Например, в случае Интервала 1,

$$TE = (Habs2 - Habs1)/(t2 - t1).$$

Таким образом получены данные в таблице 4:

Таблица 4.

Интервал	Между точками	HRr (%)	TE (г/м3/ч)
1	1-2	85,06	27,04
2	2-3	89,57	22,27
3	3-4	90,94	9,06
4	4-5	92,05	5,17
5	5-6	92,92	3,27
6	6-7	94,08	0,42

Фаза представления и оценки:

На графике (600) на фигуре 6, график $x-y$, представлены данные из таблицы 4:

HRr как переменная x ;

TE как переменная y ;

На графике (700) на фигуре 7 также была добавлена линия регрессии указанных данных.

Посредством экстраполяции указанной линии регрессии до пересечения с осями X и Y получают следующие точки:

- Пересечение с осью X : получают значение HR_{req} , из координат $x-y$: $X = HR_{req} = 93,9\%$, $Y = 0$.

- Пересечение с осью Y : значение TE_{max} получают из координат $x-y$: $X = 0$, $Y = 302,48$.

Оценки параметров:

Оценочное значение aws поверхности высушиваемого продукта соответствует значению HR_{req} воздуха, полученному на предыдущем этапе, выраженному в перерасчете на единицу:

$$HR_{req} = 93,9\% \quad aws = \frac{93,9}{100} = 0,939$$

Интерпретация: в этом случае было определено, что aws высушиваемого продукта имело бы приблизительное значение 0,939, поскольку TE уменьшалось бы до нуля, когда HR воздуха сушильного устройства находилась на уровне HR 93,9%, и оба компонента, воздух и поверхность высушиваемого продукта, находились бы в равновесии без нетто испарения из одного компонента в другой. В этой точке равновесия оба значения, aws и HR_{req} , совпадали бы.

Значение TE в каждой точке HRr может быть получено экстраполяцией полученной линии регрессии.

Оценочное значение максимальной интенсивности испарения соответствует значению TE_{\max} , полученному на графике (700):

$$TE_{\max} = 302,48.$$

В этом случае единицы измерения TE и TE_{\max} соответствуют (г/м³/ч), приросту в час, сколько g испарений содержится в м³ воздуха сушильного устройства. Это обеспечивает количественную оценку текущих TE и TE_{\max} .

Интерпретация: TE_{\max} соответствует TE , которое было бы достигнуто, если бы HR воздуха сушильного устройства было установлено в 0%. В этом случае TE было бы максимальным значением, которое может быть достигнуто (при прочих неизменных условиях), если бы в сушильном устройстве использовали полностью сухой воздух ($HR = 0\%$). Аномально низкое значение TE_{\max} могло бы указывать на то, что поверхность колбасы является очень сухой и что даже если воздух в сушильном устройстве был бы установлен в 0% HR , интенсивность испарения высушиваемого продукта была бы очень медленной и она могла бы лишь увеличивать HR воздуха сушильного устройства очень медленно (очень низкое TE).

Если, кроме того, изготовитель высушиваемого продукта, например салями, вносит дополнительные данные о своем процессе, такие как:

- объем воздуха сушильного устройства,
- общая масса колбасы, расположенной в сушильном устройстве
- состав колбасной массы
- общая поверхность колбасы

это дало бы возможность легко сделать дополнительные количественные оценки его процесса, такие как общая масса, испаряемая за час, дневная потеря массы колбасы, испарение в кг / м² / день и т. д.

Пример 3

На фигуре 8 показан 3D график (800) набора линий регрессии данных, полученных посредством способа настоящего изобретения. Эти линии регрессии создают следующие частичные следы:

На плоскости XY точки отсечения $HReq$ обозначают след изменения aws относительно времени, который подобен тому, который был бы получен при осуществлении непосредственных конкретных измерений колбасы в разных фазах процесса высушивания. Продукт начинает с высокого уровня aws , близкого к aw мясной эмульсии, и постепенно уменьшается, пока не стабилизируется на конечном aw высушиваемого продукта,

например сухого мясного продукта.

На плоскости XZ точки отсечения TE_{max} рисуют след изменения TE_{max} относительно времени, указанный след подобен графику изменения интенсивности высушивания относительно времени. TE_{max} сначала является очень высоким и поддерживается, пока внутренний вклад быстро привносит достаточно массы для ее испарения. С определенного момента (аналогичного критической точке при сушке) максимальная интенсивность TE_{max} высушивания начинает падать, поскольку внутренний вклад не способен привносить достаточно массы на поверхность для испарения, пока TE наконец не достигает очень низких значений, когда продукт является в особенности сухим и находится в равновесии с атмосферой хранения.

На плоскости YZ линии регрессии, полученные посредством процесса настоящего изобретения, наложены. Наблюдается, что указанные линии регрессии постепенно имеют точки отсечения с осью Y при более низких значениях, по мере того как проходят фазы высушивания продукта. Наклон линий также изменяется, и постепенно наблюдается, что наклон больше в начальных фазах высушивания и ниже в конечных фазах, в которых продукт уже очень высушен.

В пространстве XYZ текущие точки HRr, TE, t высушивания распределены на пучках линий, которые изменяют свой угол наклона. Возможно, что когда имеется несколько стабильных точек с чрезвычайно высокими значениями TE (очень сильное испарение), этот факт тогда отражается в последующем уменьшении значений TE_{max} (симптом дефекта «образования корки»).

Сравнение этих линий регрессии с графика (800) и их боковых следов на плоскостях может обеспечить возможность сравнения с примером стандартного процесса. Появление в частичных следах точек или сегментов, которые отходят от стандартного следа, может указывать на то, что возникают аномальные условия, которые необходимо проверить в процессе, такие как аномальное уменьшение TE_{max} вследствие появления корки, или же низкие значения TE_{max} , связанные с другими факторами, такими как использование DFD (темного жесткого сухого) мяса, высокие показатели рН мясной эмульсии, или, например, связанные со слабой ферментацией, которая недостаточно снижает рН мясной эмульсии.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ оценивания поверхностной активности aws воды продукта, высушиваемого в сушильном устройстве, при этом процесс включает следующие этапы, выполняемые вычислительными средствами:

- получение набора значений относительной HR_i и/или абсолютной $Habs_i$ влажности атмосферы сушильного устройства в моменты времени t_i во время процесса высушивания продукта;

- получение набора репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ на основе значений HR_i относительной влажности во время процесса высушивания продукта;

- получение набора значений TE_i интенсивности испарения на основе набора значений HR_i и/или $Habs_i$ и t_i ;

- получение линии регрессии функции $F(\alpha, \beta) = F(HR_{ri}, TE_i)$, такой, что:

$$\alpha = HReq, \quad \beta = 0$$

$$\beta = TE_{max}, \quad \alpha = 0,$$

- при этом $HReq$ представляет собой относительную влажность, когда воздух и поверхность высушиваемого продукта находятся в равновесии,

- при этом TE_{max} представляет собой максимальную интенсивность испарения, когда HR воздуха сушильного устройства равна нулю, и

- оценивание значения aws высушиваемого продукта на основе $HReq$, так, что:

$$aws = \frac{HReq}{100}.$$

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что набор репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ относительной влажности соответствует:

$$HR_{ri}(\%) = (HR_i + HR_{i+1})/2.$$

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что набор репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ относительной влажности соответствует:

$$HR_{ri}(\%) = HR_i; \text{ или}$$

$$HR_{ri}(\%) = HR_{i+1}.$$

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что набор репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ относительной влажности соответствует:

$$HR_{ri}(\%) = Me (HR_i + HR_{i+1} \dots HR_{i+N});$$

при этом Me является средним арифметическим N элементов данных.

5. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что получение набора значений TE интенсивности испарения соответствует:

$$TE_i = (HR_{i+1} - HR_i)/(t_{i+1} - t_i); \text{ или}$$

$$TE_i = (Habs_{i+1} - Habs_i)/(t_{i+1} - t_i).$$

6. Сушильное устройство для оценивания поверхностной активности *aws* воды высушиваемых продуктов, при этом сушильное устройство содержит по меньшей мере один зонд относительной влажности *HR* атмосферы сушильного устройства и температурный зонд и **отличается тем, что** содержит

вычислительные среды, приспособленные для:

- получения, посредством зондов, набора значений относительной *HR_i* и/или абсолютной *Habs_i* влажности атмосферы сушильного устройства в моменты времени во время процесса высушивания продукта;

- получения набора репрезентативных значений *HR_{ri}*(%) на основе значений *HR_i* относительной влажности во время процесса высушивания продукта;

- получения набора значений *TE_i* интенсивности испарения на основе набора значений *HR_i* и/или *Habs_i* и *t_i*;

- получения линии регрессии функции $F(\alpha, \beta) = F(HR_{ri}, TE_i)$, такой, что:

$$\alpha = HReq, \beta = 0$$

$$\beta = TE_{\max}, \alpha = 0,$$

- при этом *HReq* представляет собой относительную влажность, когда воздух и поверхность высушиваемого продукта находятся в равновесии,

- при этом *TE_{max}* представляет собой максимальную интенсивность испарения, если *HR* воздуха сушильного устройства была равна нулю, и

- оценивания значения *aws* высушиваемого продукта на основе *HReq*, так, что:

$$aws = \frac{HReq}{100}.$$

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

измененная на международной стадии

1. Способ оценивания поверхностной активности aws воды продукта, высушиваемого в сушильном устройстве, которое содержит по меньшей мере один зонд относительной влажности HR атмосферы сушильного устройства и температурный зонд, при этом процесс включает следующие этапы, выполняемые вычислительными средствами:

- получение, посредством зондов, набора значений относительной HR_i и/или абсолютной $Habs_i$ влажности атмосферы сушильного устройства в моменты времени t_i во время процесса высушивания продукта;

- получение набора репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ на основе значений HR_i относительной влажности во время процесса высушивания продукта;

- получение, посредством зондов, набора значений TE_i интенсивности испарения на основе набора значений HR_i и/или $Habs_i$ и t_i ;

- получение линии регрессии функции $F(\alpha, \beta) = F(HR_{ri}, TE_i)$, такой, что:

$$\alpha = HReq, \quad \beta = 0$$

$$\beta = TE_{\max}, \quad \alpha = 0,$$

- при этом $HReq$ представляет собой относительную влажность, когда воздух и поверхность высушиваемого продукта находятся в равновесии,

- при этом TE_{\max} представляет собой максимальную интенсивность испарения, когда HR воздуха сушильного устройства равна нулю, и

- оценивание значения aws высушиваемого продукта на основе $HReq$, так, что:

$$aws = \frac{HReq}{100}.$$

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что набор репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ относительной влажности соответствует:

$$HR_{ri}(\%) = (HR_i + HR_{i+1})/2.$$

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что набор репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ относительной влажности соответствует:

$$HR_{ri}(\%) = HR_i; \text{ или}$$

$$HR_{ri}(\%) = HR_{i+1}.$$

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что набор репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ относительной влажности соответствует:

$$HR_{ri}(\%) = Me (HR_i + HR_{i+1} \dots HR_{i+N});$$

при этом Me является средним арифметическим N элементов данных.

5. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что получение набора значений TE интенсивности испарения соответствует:

$$\begin{aligned} - TE_i &= (HR_{i+1} - HR_i)/(t_{i+1} - t_i); \text{ или} \\ - TE_i &= (Habs_{i+1} - Habs_i)/(t_{i+1} - t_i). \end{aligned}$$

6. Сушильное устройство для оценивания поверхностной активности aws воды высушиваемых продуктов, при этом сушильное устройство содержит по меньшей мере один зонд относительной влажности HR атмосферы сушильного устройства и температурный зонд и **отличается тем, что** содержит

вычислительные среды, приспособленные для:

- получения, посредством зондов, набора значений относительной HR_i и/или абсолютной $Habs_i$ влажности атмосферы сушильного устройства в моменты времени во время процесса высушивания продукта;

- получения набора репрезентативных значений $HR_{ri}(\%)$ на основе значений HR_i относительной влажности во время процесса высушивания продукта;

- получения набора значений TE_i интенсивности испарения на основе набора значений HR_i и/или $Habs_i$ и t_i ;

- получения линии регрессии функции $F(\alpha, \beta) = F(HR_{ri}, TE_i)$, такой, что:

$$\alpha = HReq, \beta = 0$$

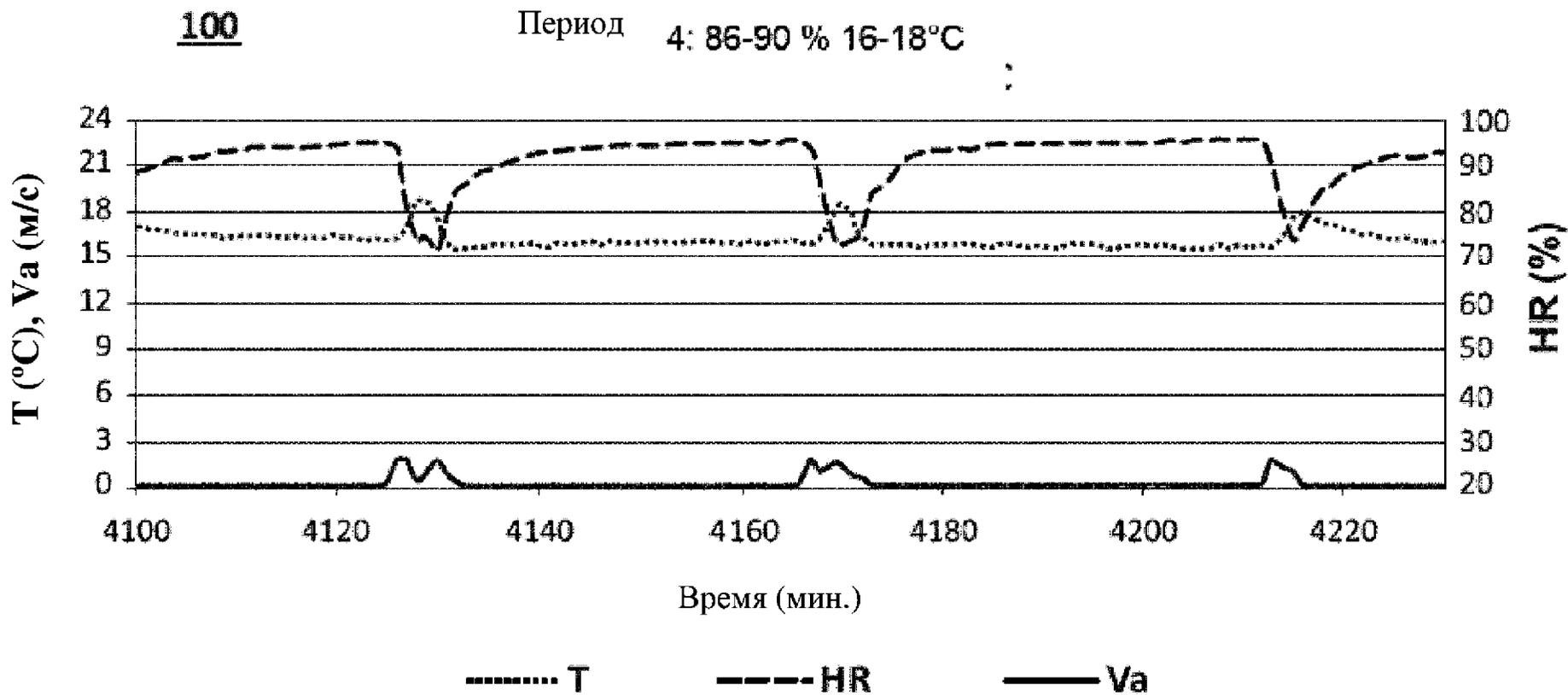
$$\beta = TE_{\max}, \alpha = 0,$$

- при этом $HReq$ представляет собой относительную влажность, когда воздух и поверхность высушиваемого продукта находятся в равновесии,

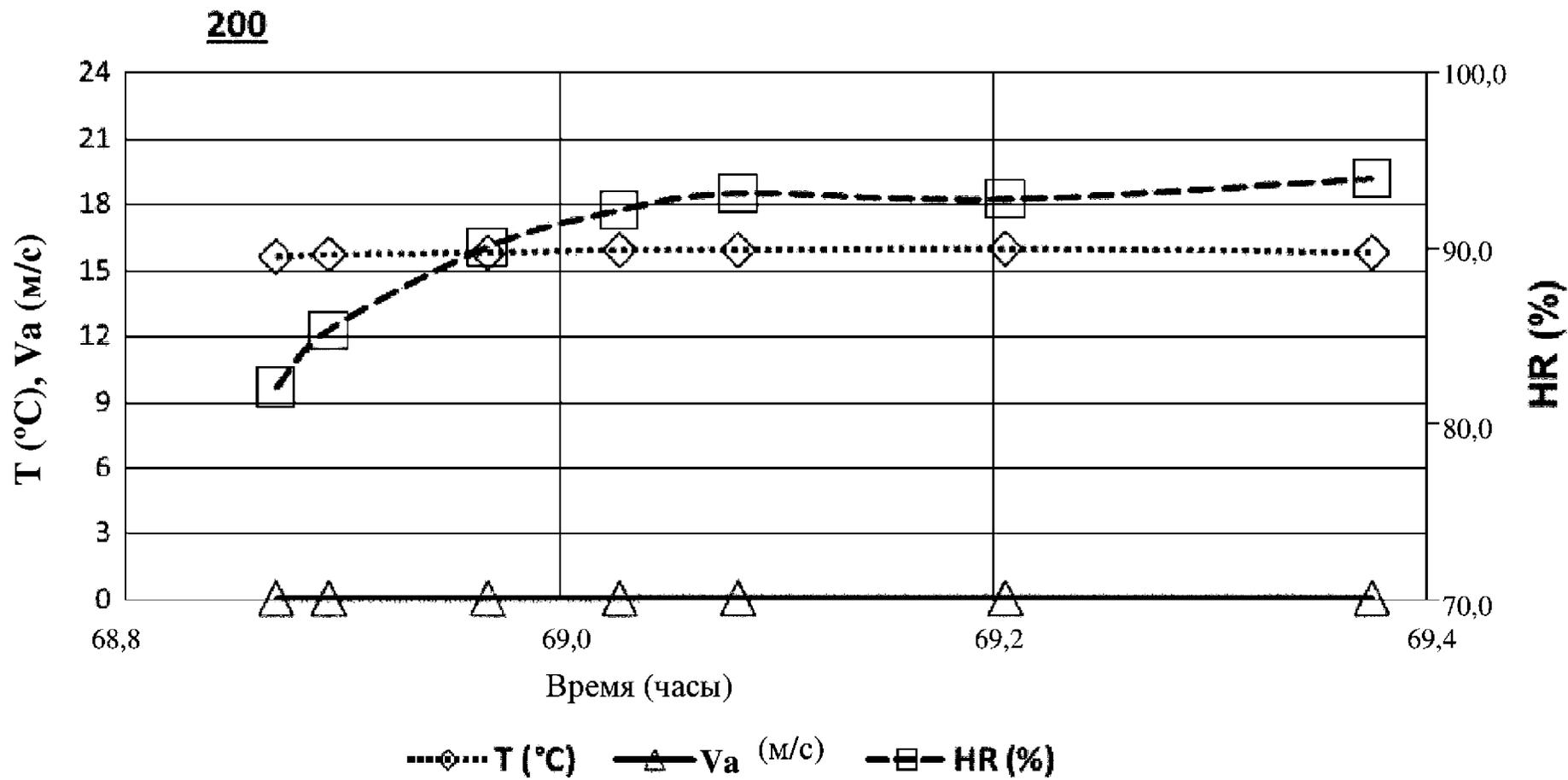
- при этом TE_{\max} представляет собой максимальную интенсивность испарения, если HR воздуха сушильного устройства была равна нулю, и

- оценивания значения aws высушиваемого продукта на основе $HReq$, так, что:

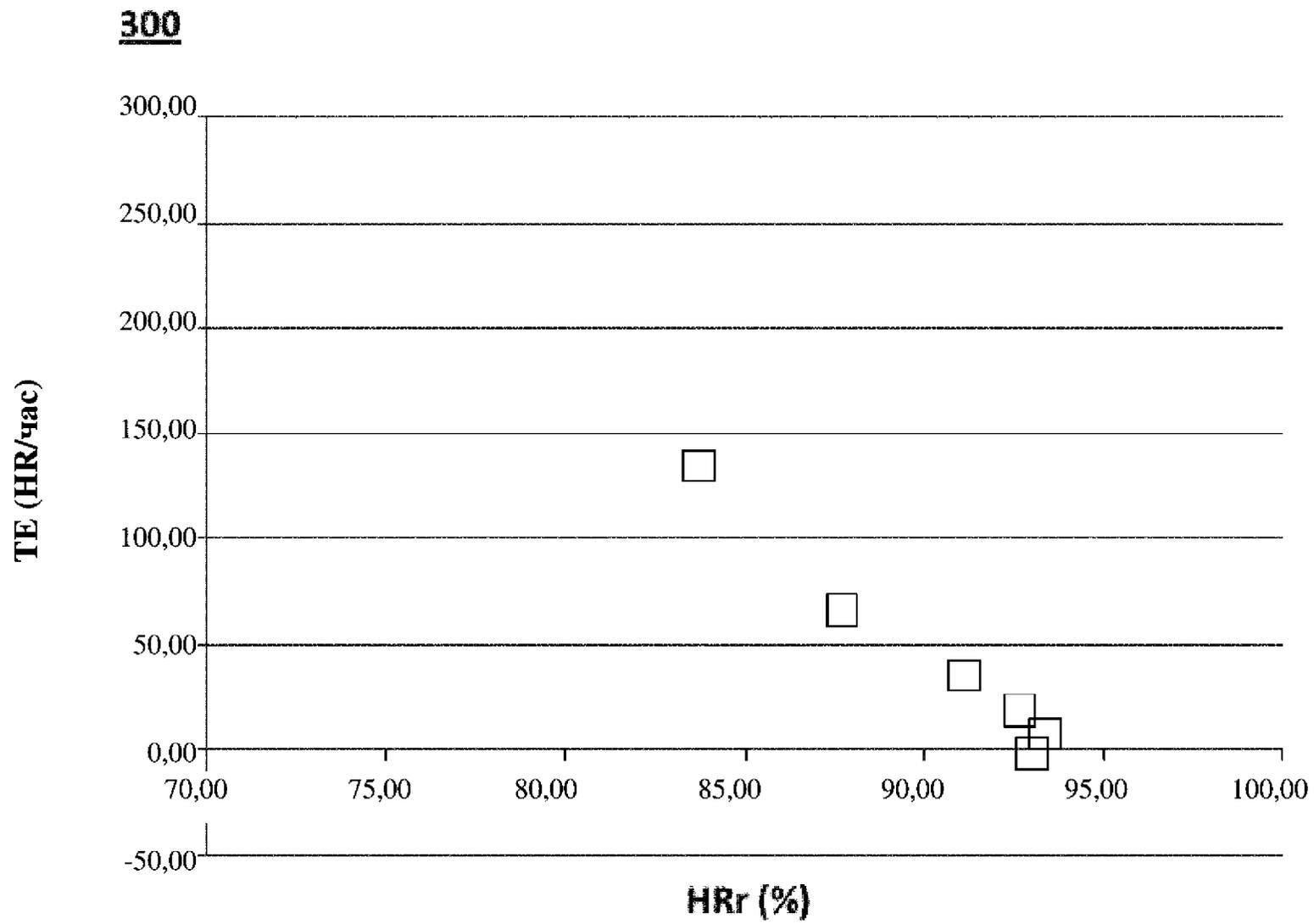
$$aws = \frac{HReq}{100}.$$



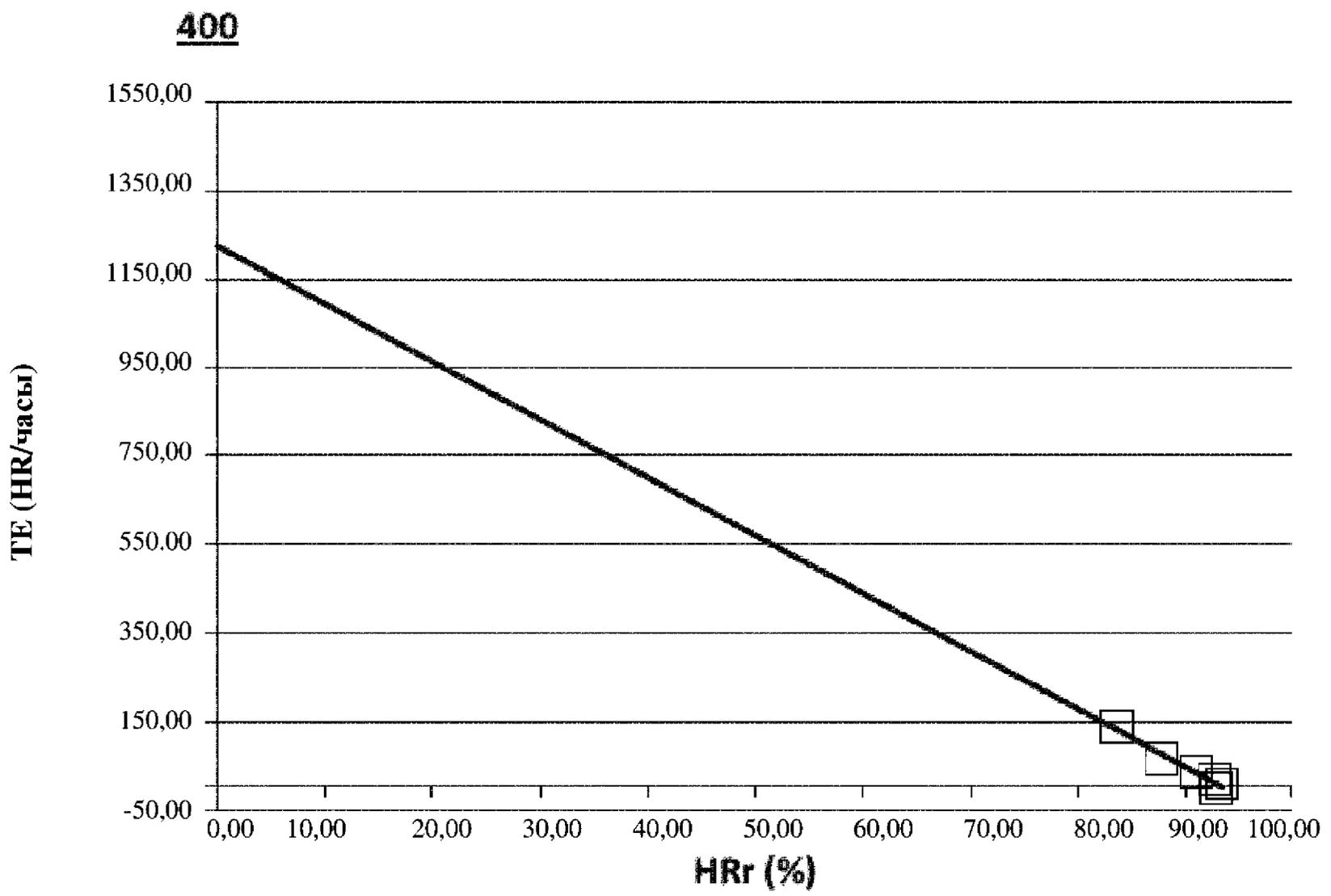
Фиг. 1



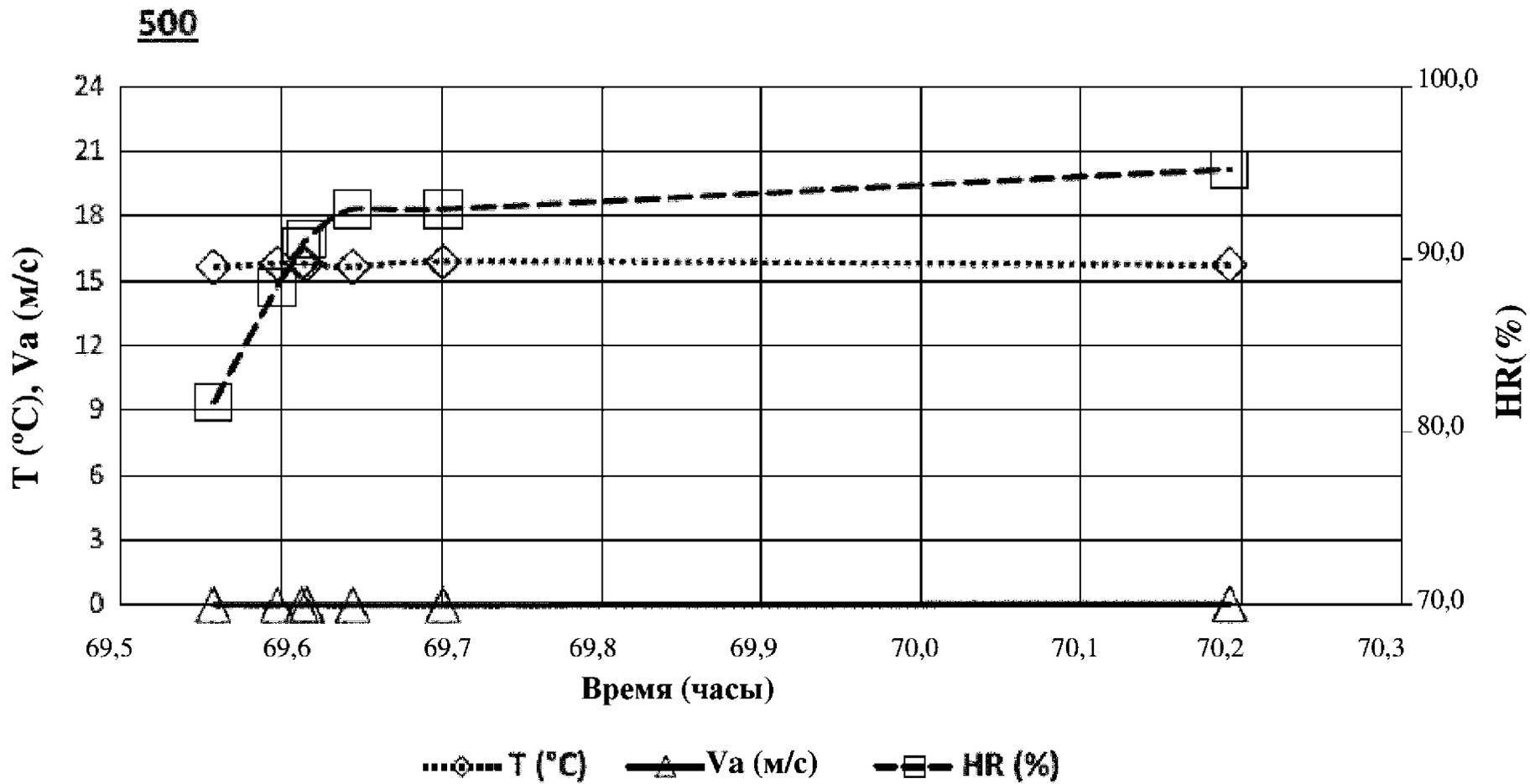
ФИГ. 2



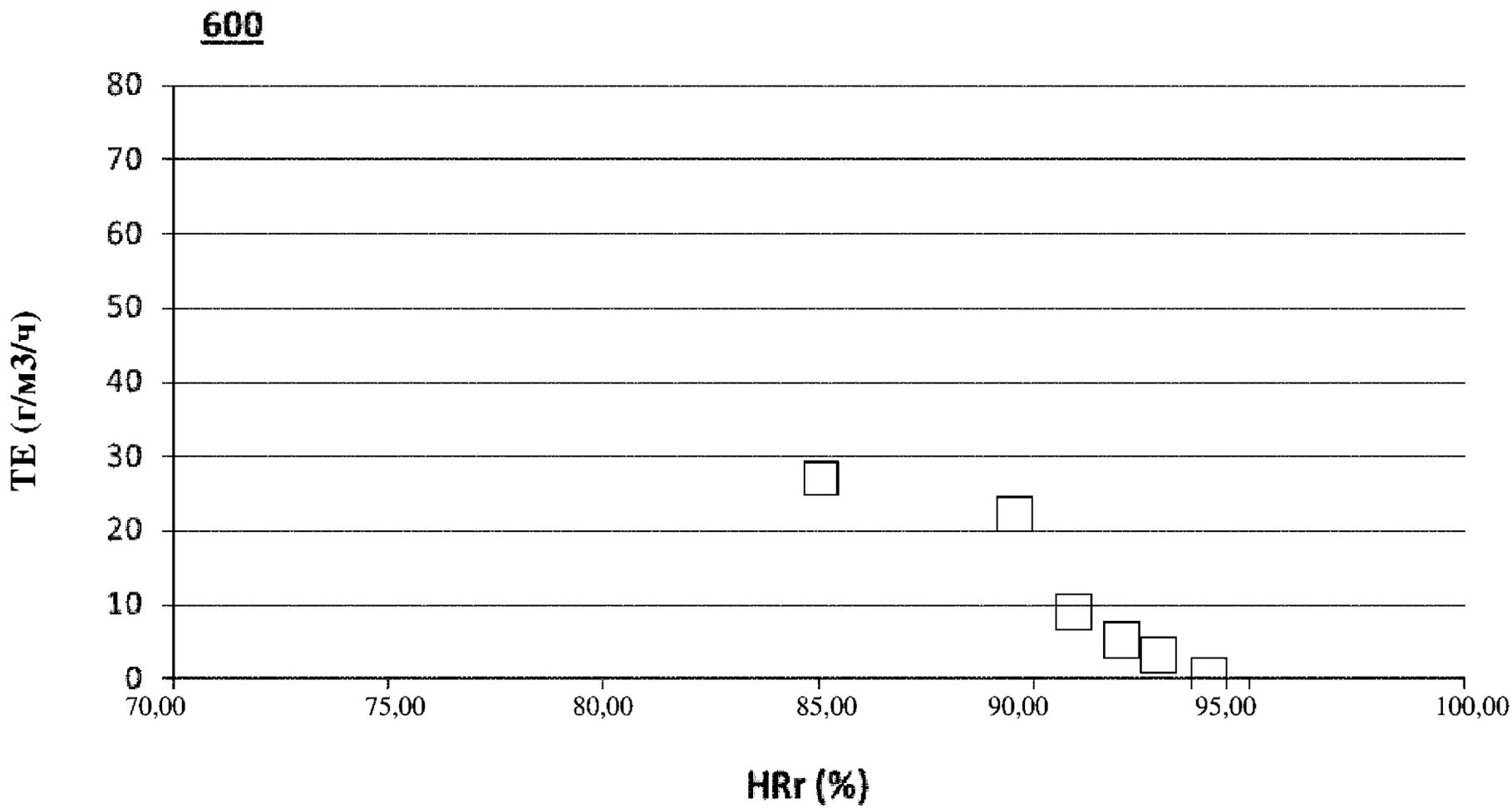
Фиг. 3



Фиг. 4

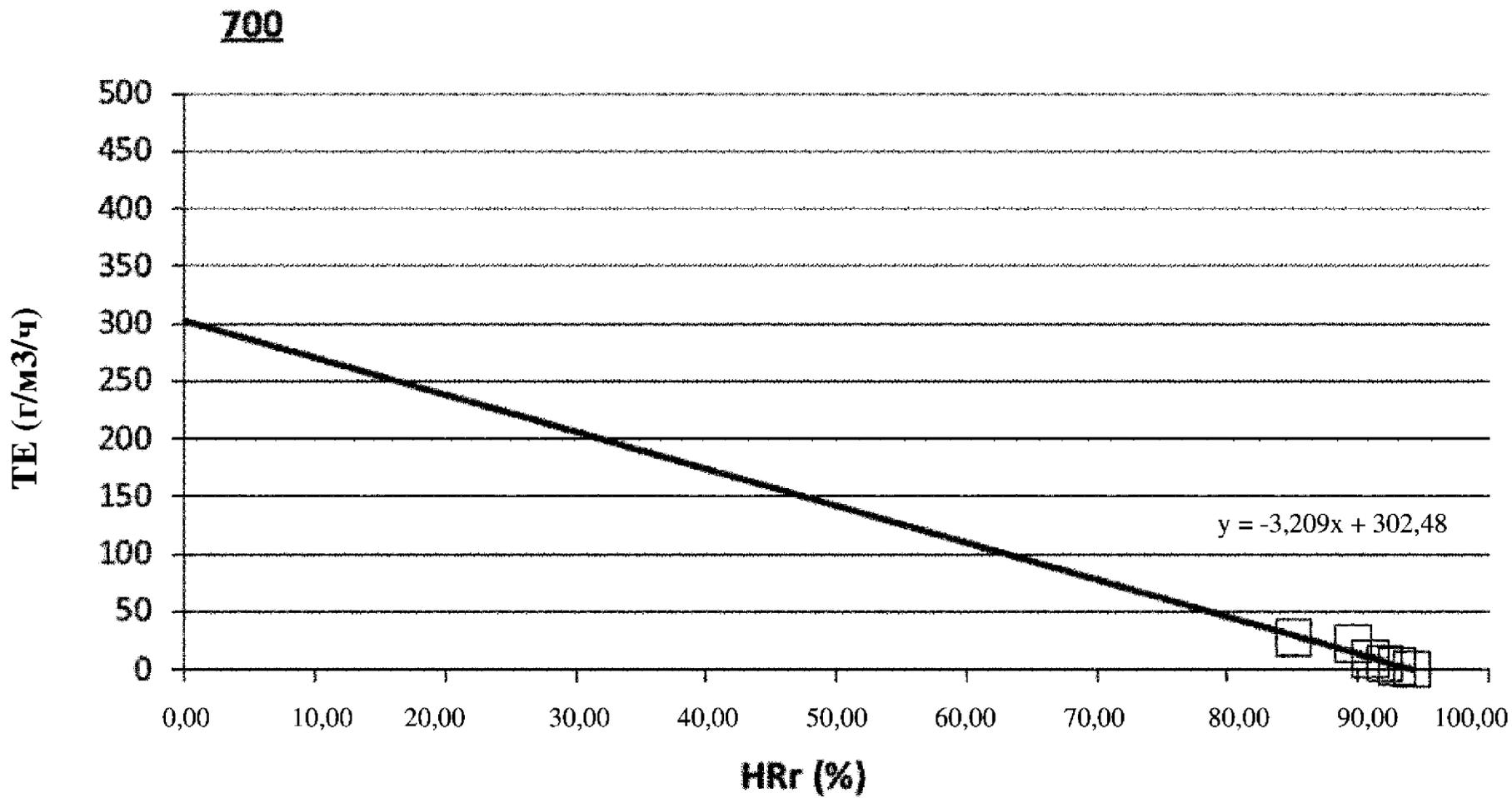


Фиг. 5

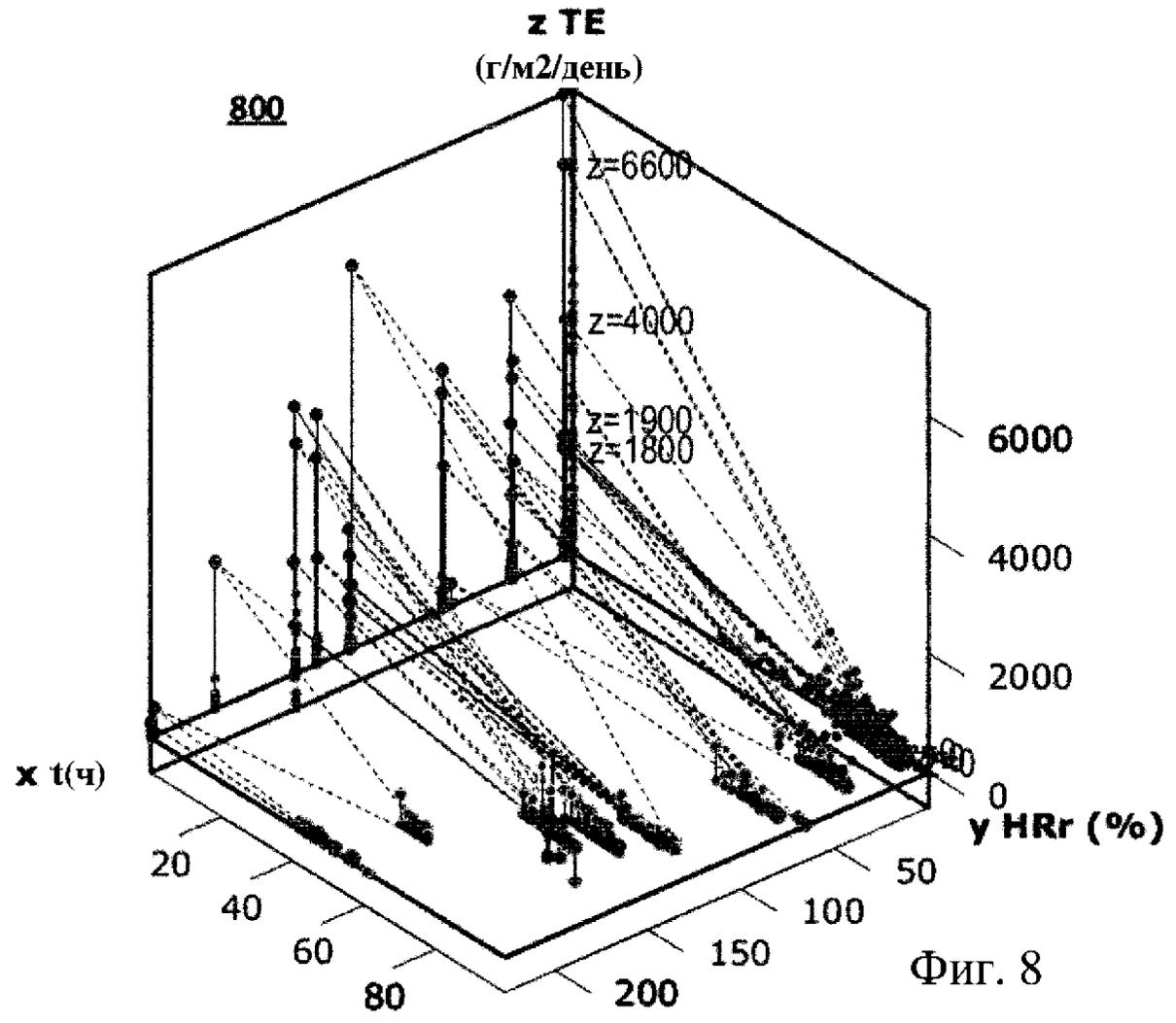


HRr (%)

Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8