

1/10

XIX ЕВРОПЕЙСКИЙ КОНГРЕСС РАБОТНИКОВ НИИ МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ РАСПЫЛЕНИЕ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СУШКА
В АКУСТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Ю.Ф.ЗАЯС, В.Б.ПЕНТО

THE XIXth EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH INSTITUTES

THE ALL-UNION RESEARCH INSTITUTE OF MEAT INDUSTRY USSR

ULTRASONIC SPRAYING OF THERMOLABILE MATERIALS AND THEIR
DRYING IN THE ACOUSTIC FIELD

Yu.F.ZAYAS, V.B.PENTO

DER XIX. EUROPAISCHE KONGRESS DER FLEISCHFORSCHUNGSINSTITUTE

ALLUNIONS-FORSCHUNGSINSTITUT DER FLEISCHWIRTSCHAFT UdSSR

ULTRASCHALLZERSTÄUBUNG VON THERMOLABILEN MATERIALIEN UND DEREN
TROCKNUNG IM AKUSTISCHEN FELD

Yu.F.ZAJAS, W.B.PENTO

А Н Н О Т А Ц И Я

Модельными экспериментами по диспергированию жидкости и сушке закрепленных частиц в акустическом поле установлена возможность интенсификации процесса сушки распылением, выявлены высокие эксплуатационные качества ультразвуковых распылителей и газоструйных генераторов звука. Для ультразвукового распыливающего устройства использовали магнитостриктор с акустическим трансформатором, выполненным в виде стержня с экспоненциальной поверхностью и козырьком. Рабочая частота задающего генератора при распылении равна 18 ± 22 кгц. Чтобы создать акустическое поле с уровнем звукового давления выше 145 дб и частотой 10 ± 15 кгц применяли стержневой газоструйный излучатель.

Установлено: ультразвуковое распыливающее устройство позволяет получать высокодисперсный, однородный факел материала в распылительной сушилке; физические свойства жидкости не влияют на характер диспергирования при преодолении акустической мощности на распыливающем концентраторе выше 1 вт/см²; термолабильные материалы, высушенные в акустическом поле, подвергаются менее значительному нагреву и поэтому сушку можно проводить при более мягких режимах. Это позволяет увеличить производительность сушилки и повысить качество готового продукта.

S U M M A R Y

Model experiments on liquid dispersion and fixed particles drying in the acoustic field showed the possibility of improving the process of spray drying, revealed high operational qualities of ultrasonic sprayers and gas-jet sonic generators. In an ultrasonic spraying device we used a magnetostrictor with an acoustic transformer made as a rod having the exponential surface and a visor. The operating frequency of the driving generator during spraying was 18 to 22 kcs. To develop the acoustic field with the sound pressure over 145 db and with the frequency of 10 to 15 kcs, a rod gas-jet emitter was used.

The following was found:

- an ultrasonic sprayer allows to obtain a highly dispersed homogenous spray of the material in the spray-dryer;
- the physical properties of the liquid do not influence the character of dispersion when overcoming the acoustic capacity of the spraying concentrator over 1 w/cm^2 ;
- thermolabile materials, dried in the acoustic field, are less heated and, therefore, drying may be carried out under milder conditions. This renders possible to increase the output of the dryer and to improve the quality of the finished product.

Z U S A M M E N F A S S U N G

In Modellversuchen über das Flüssigkeitsdispergieren und die Trocknung von befestigten Teilchen im akustischen Feld wurden die Möglichkeit zur Intensivierung der Zerstäubungstrocknung nachgewiesen und die hohen Betriebseigenschaften von Ultraschallzerstäubern wurde ein Magnetstriker mit einem in Form eines Stiels mit der exponentiellen Oberfläche und einem Schirm hergestellten akustischen Umformer ausgenutzt. Die Arbeitsfrequenz des Führergenerators beträgt bei der Zerstäubung 18-22 kHz. Zur Schaffung eines akustischen Feldes mit dem Schalldruck über 145 db und der Frequenz 10-15 kHz wurde ein Kerngasstromausstrahler angewandt.

Es wurde folgendes festgestellt:

- der Ultraschallzerstäuber ermöglicht es, eine einheitliche Hochdispersionsfackel von Materialien im Zerstäubungstrockner zu erzeugen;

- die physikalischen Eigenschaften der Flüssigkeit üben keinen Einfluß auf den Charakter der Dispergierung beim Überwinden der akustischen Leistung des Zerstäubungsverdichters über 1 W/cm^2 aus;

- die im akustischen Feld getrockneten thermolabilen Materialien werden einer weniger hohen Erwärmung unterzogen, darum kann die Trocknung unter schonenden Regimes durchgeführt werden. Dadurch wird es möglich, die Leistung der Trocknungsanlage und die Qualität des Endproduktes zu erhöhen.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ РАСПЫЛЕНИЕ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СУШКА В АКУСТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Интенсификация процессов сушки распылением материалов, обладающих малой термической стойкостью, связана с увеличением производительности распылительной сушилки, за счет повышения температуры поступающего в башню сушильного агента. Биологическая ценность готового продукта при этом падает, происходит денатурация белка и повышается озоление продукта (наиболее мелкие частицы выгорают).

В мясной промышленности кровь, бульоны, такие растворы, как белковый обогатитель, сушат распылением. Сушка распылением не получила должного развития в промышленности, так как мало эффективна. Интенсификация и повышение экономической эффективности сушки распылением – вопрос важный и актуальный.

Сушка с использованием мощных акустических колебаний имеет преимущества перед обычным методом сушки: снижается потенциал сушки и интенсифицируется сам процесс, причем, если материал находится во взвешенном состоянии, его легче обрабатывать звуковыми волнами, поэтому наиболее перспективно использование акустики в распылительных сушилках.

На технико-экономические показатели сушилки и интенсивность процесса сушки влияет качество распыления обрабатываемого материала. Особенно это важно при сушке термолабильных веществ, к которым относятся почти все вещества белкового происхождения, перерабатываемые на предприятиях мясной промышленности /1, 2/.

Во ВНИИМПе была смонтирована полупромышленная установка с ультразвуковым распылением для сушки термолабильных материалов в акустическом поле. Принципиальная схема ее приведена на рис.1.

Акустическое поле в сушильной башне создают газоструйные стержневые излучатели, которые питаются сжатым воздухом от компрессорной станции. Ультразвуковой распылитель можно заменять дисковым распылителем с редуктором. Это позволило проводить сравнительные эксперименты с ультразвуковым и традиционным распылением.

Газоструйные стержневые излучатели устойчиво работают на частоте 14,5–15 кгц и создают звуковое давление до $1 \cdot 10^4$ вт/м².

СХЕМА

РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШИЛКИ С ГАЗОСТРУЙНЫМИ ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ

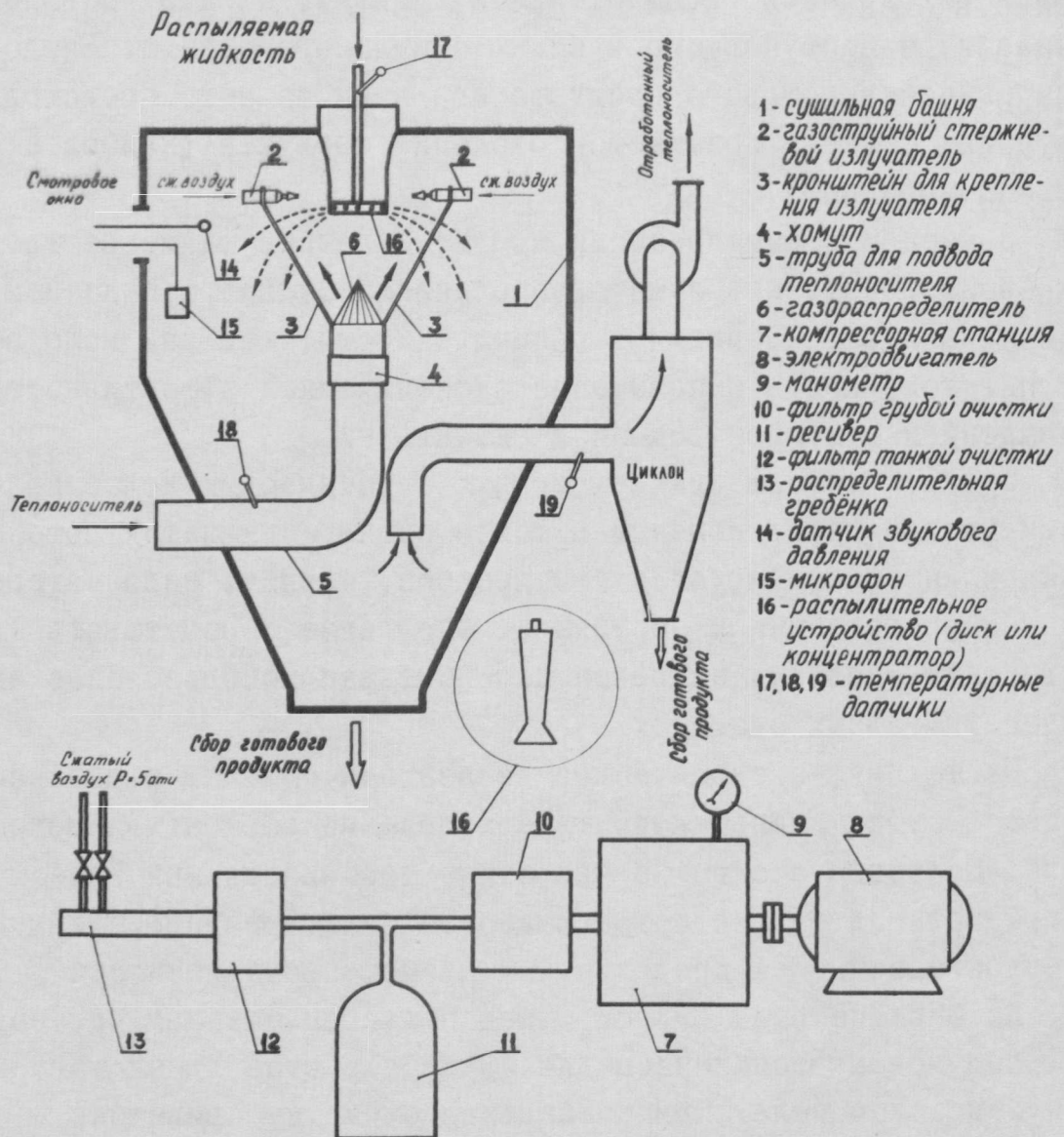


Рис. I. Схема распылительной сушилки с газоструйными излучателями

Ультразвуковой распылитель представляет собой акустический трансформатор в виде стержня круглого сечения с наружной экспоненциальной поверхностью. Стержень оканчивается козырьком, выполняющим роль собственно распылителя. Задающим генератором для магнитострикционного пакета служил ультразвуковой генератор, работающий на частоте 20 кгц.

При проведении экспериментов по сушке было установлено отношение времени высыхания отдельных капель распыленной жидкости при озвучивании факела распыла и в контрольном опыте.

Высохшие частицы обладают слабыми адгезионными свойствами, а налипание их на внутреннюю поверхность сушильной башни из нержавеющей стали происходит при влажности частиц 10% и выше. Для проведения опыта была изготовлена пластина из нержавеющей стали, которая на штанге через смотровое окно могла помещаться в любую точку факела распыла.

Пластина была снабжена защитным экраном, что позволило экспонировать ее в различных точках факела определенное время. Время выдержки пластины, не защищенной экраном, во всех опытах составило 5 минут. Затем пластину извлекали из башни, высушивали до постоянного веса и взвешивали (определяли вес налипших на нее частиц при опыте в контрольном эксперименте). Распыляли белковый раствор, взятый из одной и той же партии изготовления.

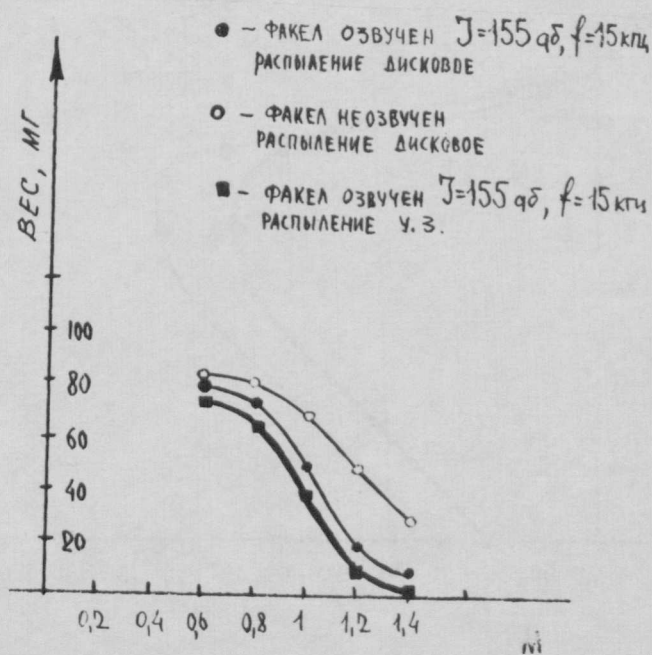


Рис. 2. Зависимость веса частиц, не потерявших адгезию, при ультразвуковом и дисковом распылении

На кривых рис. 2 показано изменение веса налипших частиц по мере удаления от центра факела при ультразвуковом и дисковом распылении, при озвучивании и в контрольном опыте. Из графика (см. рис.2) видно, что при ультразвуковом распылении и сушке распыленных частиц в акустическом поле частицы обладают наименьшими адгезионными свойствами, т.е. собственно процесс сушки проходит за более короткие промежутки времени. Это свидетельствует о том, что ультразвуковую сушку распылением можно проводить, снижая температуру процесса, не теряя при этом производительности оборудования.

При ультразвуковой сушке и в контрольных экспериментах измеряли температуру сушильного агента и сушимого материала по высоте сушильной башни.

Температуру частиц распыленного вещества измеряли при помощи устройства, разработанного З.Р.Горбисом. Во фторопластовую емкость помещали термомпару ХК с диаметром измерительного спая 1 мм. Емкость прикрепляли к штанге и вводили в сушильную башню через смотровое окно. Распыленные частицы заполняли фторопластовую емкость, при этом измеряли их температуру. Этот метод позволяет измерить температуру полидисперсной совокупности частиц распыленного материала в любой точке объема сушильной башни.

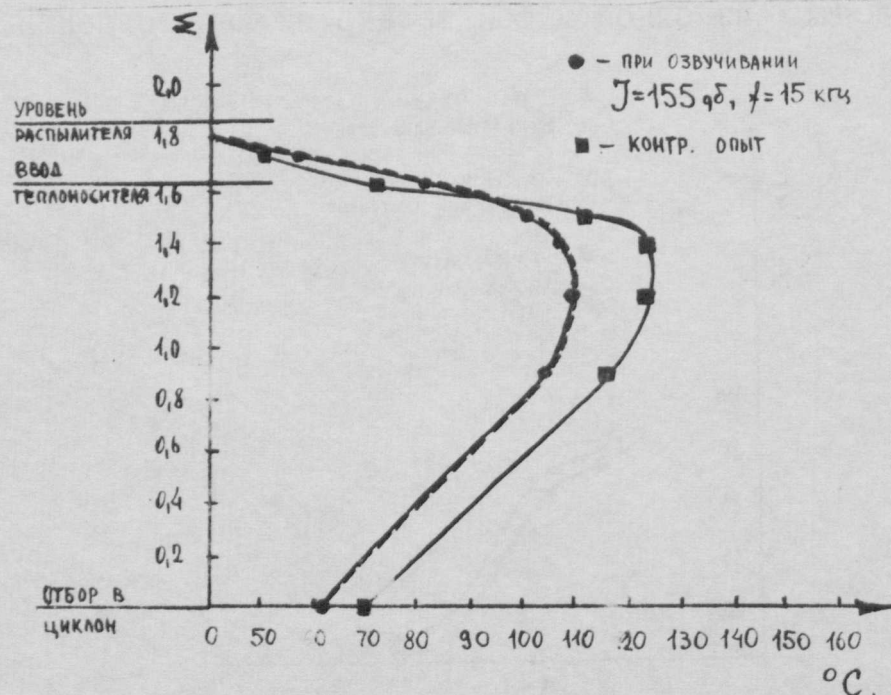


Рис. 3. Изменения температуры распыленного материала по высоте сушильной башни

На кривых рис. 3 показана зависимость температуры распыленного материала от высоты сушильной башни при наличии акустического поля и без него, причем, для сравнения были проведены эксперименты с материалом, обладающим одинаковой конечной влажностью, но высушенным при помощи акустических преобразователей, и в контрольном опыте. Из рисунка видно, что распыленный материал, высушенный в акустическом поле, прогревался максимально до 110°C , а контрольный — от 120 до 125°C , причем темп роста температуры при озвучивании в зоне между уровнем распыления и вводом теплоносителя был выше, чем в контрольном опыте.

На кривых рис. 4 показана зависимость изменения температуры теплоносителя от высоты сушильной башни при сушке плазмы крови в акустическом поле и без него. Для предотвращения контакта капель и частиц с измерительным спаем использовали метод пассивной механической защиты. Для этого над спаем термопары укрепляли тонкостенный металлический стакан, и датчик ориентировали в пространстве так, чтобы частицы не попадали на чувствительный элемент.

Данные, приведенные на графике рис. 4, выбирали из общего числа опытов с таким расчетом, чтобы конечная влажность высушенного продукта при озвучивании и в контрольном эксперименте была одинакова.

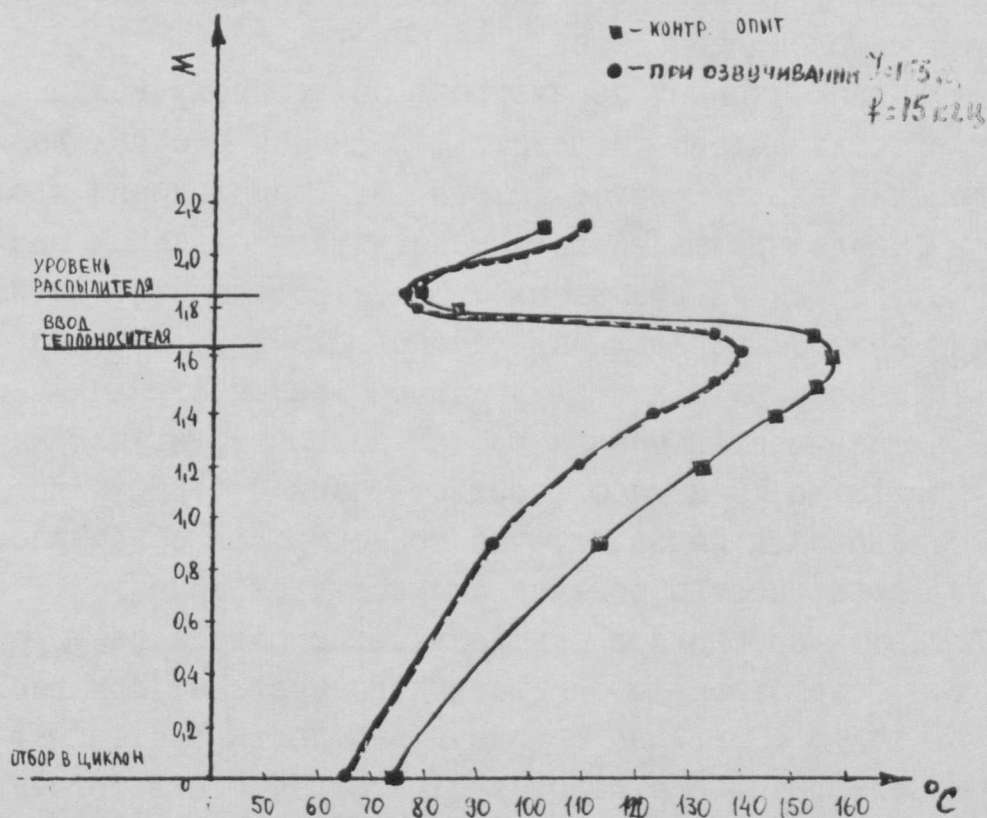


Рис. 4. Изменение температуры теплоносителя по высоте сушильной башни

По усредненным данным влажность продукта в сушильной башне составляла 3,49% и в циклоне — 5,36%. При этом процессы распыления и сушки с применением акустики проходили при более мягких режимах, чем контрольные. При определении зольности высушенного продукта было установлено, что процентное содержание зола падает при акустической сушке в среднем на 10–15%, так как температура на входе в сушильную башню при акустическом методе ниже.

Для выяснения возможности ультразвукового диспергирования растворов была проведена серия опытов, в которой увеличивали акустическую мощность на ультразвуковом распылителе, относительную вязкость раствора и средний диаметр частиц, полученных при распылении. Анализ полученных данных показал, что акустическая мощность существенно влияет на характер диспергирования, так как с ее увеличением средний диаметр частиц падает. Было также установлено, что при увеличении звукового давления от 1 Вт/см² и выше растворы с различной вязкостью диспергируются практически одинаково. Это говорит о том, что при преодолении порогового значения мощности на распыливающем акустическом трансформаторе физические свойства жидкости не влияют на степень дисперсности распыленных частиц. Это обстоятельство важно, так как многие подвергаемые сушке распылением биологические термолабильные растворы обладают высокой вязкостью.

Одним из основных параметров, по которому можно оценивать работу распыливающего устройства, является распределение плотности орошения вдоль радиуса факела. Для определения плотности орошения в факеле прежде всего устанавливали заданный расход жидкости, поступающей на распыление. Затем подавали орошение на мерные стаканчики с определенной экспозицией. И, наконец, определяли объем собранной жидкости в каждом мерном стаканчике.

В экспериментах меняли расход жидкости, идущей на распыление — от 10 до 40 кг/час (соответственно, от 2,78 до 11,1 г/сек).

Исследования показали, что концентратор с наружной экспоненциальной поверхностью создает симметричный круговой факел распыла. Плотность орошения в ультразвуковом факеле по мере удаления от центра возрастает до определенного предела. При расходах жидкости от 15 до 40 кг/час максимум плотности орошения в ультразвуковом факеле распыла смещается от центра, соответственно, от 0,3 до 0,7 м (рис. 5), что оптимально для таких сушилок.

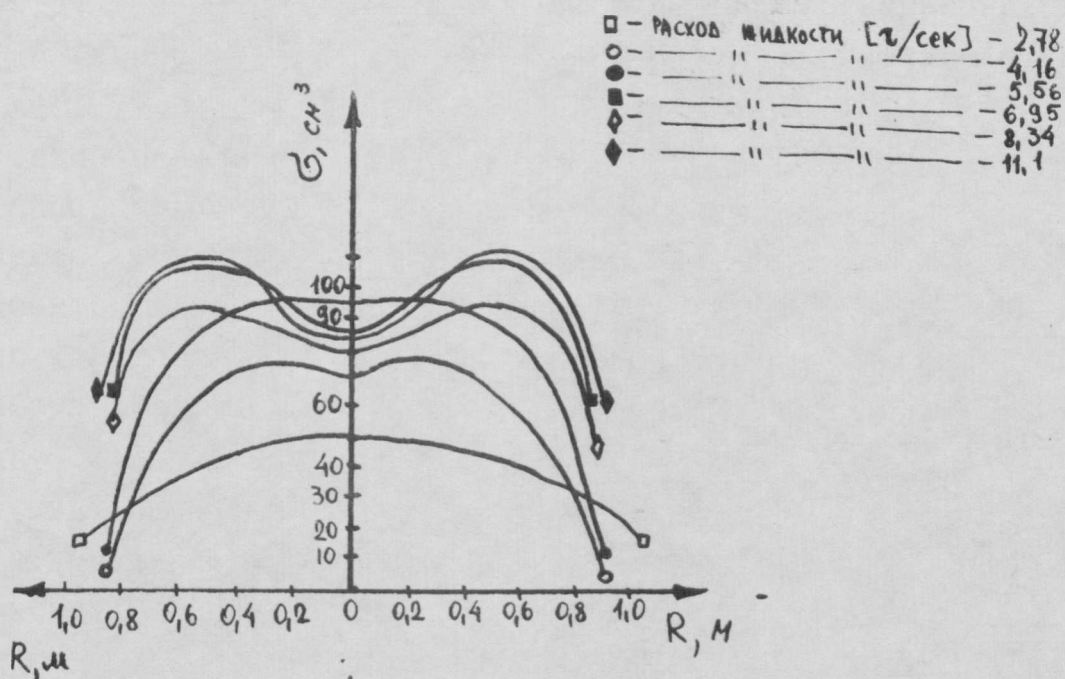


Рис. 5. Плотность орошения при ультразвуковом диспергировании

При диспергировании жидкости акустическим трансформатором создается симметричный круговой факел распыла со степенью дисперсности, достаточной для качественной сушки термолабильного раствора (влажность готового продукта около 5%, содержание золы снижается на 10 — 15%).

При сушке диспергированного раствора в акустическом поле удается снизить потенциал сушки, сохраняя производительность сушильной башни, и тем самым повышая качество готового продукта.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Тихомирова Г.П., Федоров Н.Е., Михайловский Е.А. Дальность полета и время пребывания частиц продукта в камере сушильной установки с дисковым распылением. ЦНИИТЭИ, Мол. пром., II, 1970.
2. Кутателадзе С.С. Тепло- и массообмен в звуковом поле. Новосибирск, 1970.

3. Заяс Ю.Ф., Боржавский В.А., Пенто В.Б.
Механизация сушки с помощью ультразвука. Механизация и автоматизация производства, 2, 1972.