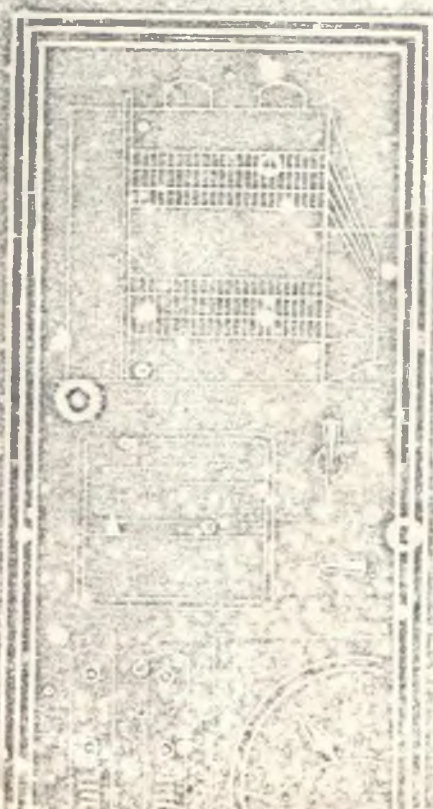




харчова промисловість



5

квітень 1969

УДК 644.692.7.001.5

Вплив реверсії на процес сушіння довготрубчастих макаронних виробів

І. Т. Таранюк, Міністерство харчової промисловості УРСР,
О. Ф. Буньдра, А. І. Курганська, Київський технологічний інститут харчової промисловості

Діючи у харчовій промисловості сушильні установки не можуть забезпечити необхідну якість готових макаронних виробів.

Зараз у промисловості немає єдиного розробленого режиму сушіння. Так, на Київській макаронній фабриці при температурі повітря 35—36°C тривалість реверсії становить 50 хв, потім зупинка 10 хв. На Одеській фабриці реверсія триває 30 хв, а в кінці сушіння температуру сушильного агента дещо підвищують. Відносна вологість повітря у цеху Одеської фабрики 60% і вище.

Для дослідження режиму сушіння довго-

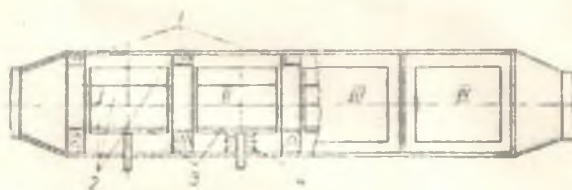


Рис. 1. Схема сушильної камери:

I, II, III, IV — секції камери;

1 — перегородки, 2 — касети, 3 — площадки, 4 — поліетиленовий клапан.

трубчастих макаронних виробів сушили на напівпромисловій установці касетним способом [1].

Схему сушильної камери зображено на рис. 1. Як показали дослідження температурних полів* всередині і на поверхні макаронів, а також повітря всередині камери і всередині

* Температура макаронних виробів і сушильного агента вимірювалась з допомогою мідно-константанових термопар і записувалась наперед проградуєваним дванадцятишляховим автоматичним самописним потенціометром ЭПП-09МЗ.

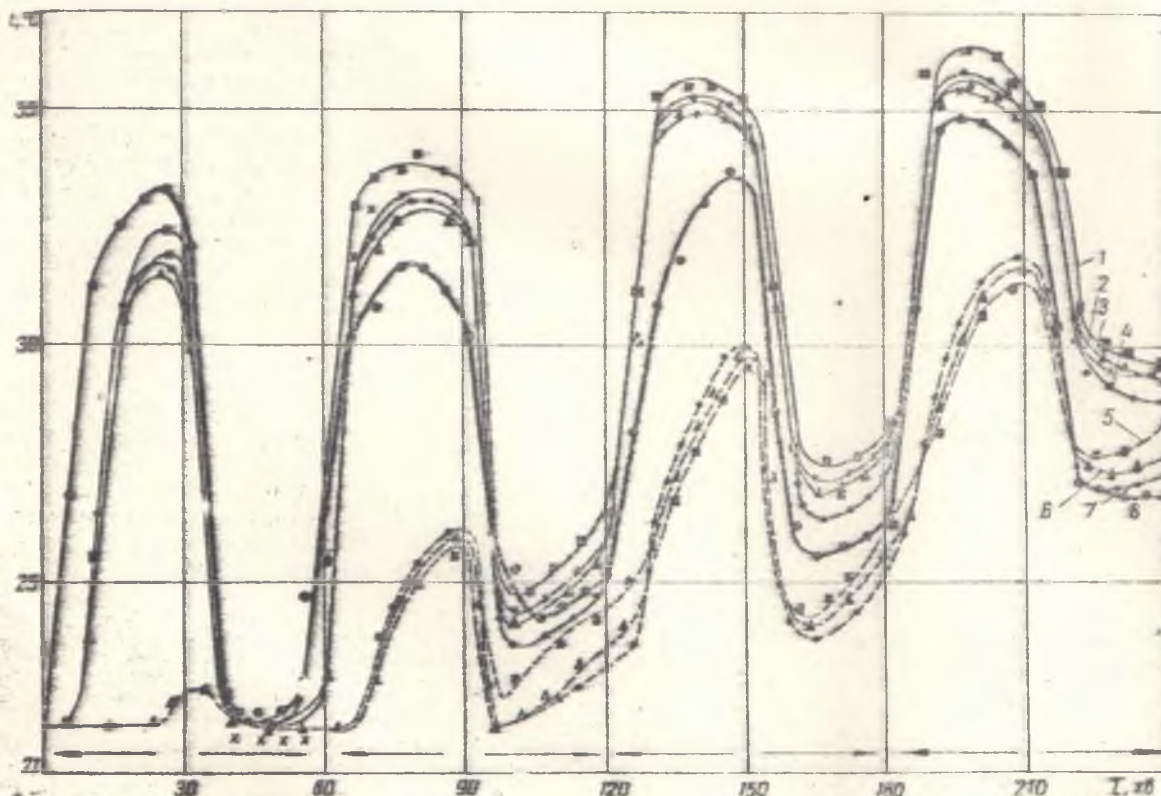


Рис. 2. Температурні криві макаронних виробів і сушильного агента у секціях III (пунктирні лінії) і IV (суцільні лінії):

1, 5 — зовнішньої поверхні макаронної трубки; 2 — внутрішньої поверхні макаронної трубки; 3, 6 — зовнішнього шару стінки макаронної трубки; 4, 7 — внутрішнього шару стінки макаронної трубки; 8 — сушильного агента між секціями III і IV.

макаронних трубок, макаронні вироби посекційно прогриваються нерівномірно. Так, секції, розміщені з боку вхідного повітря, прогриваються набагато швидше, ніж дальші. Отже, волога у різних секціях також зменшуватиметься нерівномірно.

На рис. 2 показано температурні криві сушіння Особливих макаронів вищого сорту секцій III і IV* при циклі реверсії 30 хв, швидкості руху повітря 2,5 м/сек і температурі сушильного агента 40°C. Зміну напрямку руху повітря при різних циклах реверсії умовно показано стрілками.

Як видно, температура поверхні і внутрішніх шарів тіста макаронної трубки секції III (відповідно криві 5 і 6) починає підвищуватися тільки після 25-хвилинного прогріву і досягає приблизно 20—23°C, у той час як у аналогічних точках секції IV (відповідно криві 1 і 3) вона досягає 32—33°C, тобто перед становить 10—12 град.

Якщо не змінювати напрямку руху повітря і швидкість прогріву макаронів по глиби-

ні сушильної камери залишити попередньою, то макарони секції I почнуть прогриватися лише через 80—100 хв.

При зміні напрямку руху повітря температура у зазначених точках секцій III і IV падає до 20—22°C і сушіння припиняється.

У цьому періоді нагріте повітря, проходячи через ще слабо прогріті макаронні вироби, дуже охолоджується, що веде до підвищення його відносної вологості за рахунок випаровуваної вологи з попередніх (I і II) секцій. Тому у секціях III і IV можливо спостерігати конденсацію пари на поверхні макаронних трубок.

Конденсація пари у процесі сушіння може відігравати як позитивну, так і негативну роль. Негативна роль полягає у тому, що сконденсовану вологу доводиться випаровувати вдруге, а це веде до збільшення тривалості сушіння. Позитивна роль полягає в тому, що конденсація пари на поверхні виробів приводить до інтенсифікації прогріву їх і, починаючи з четвертого періоду реверсії, температура виробів у останніх по ходу руху повітря касетах (секції I і II) при зміні напрям-

* Термометри закладались у центральну частину макаронних трубок, що знаходились у середніх касетах.

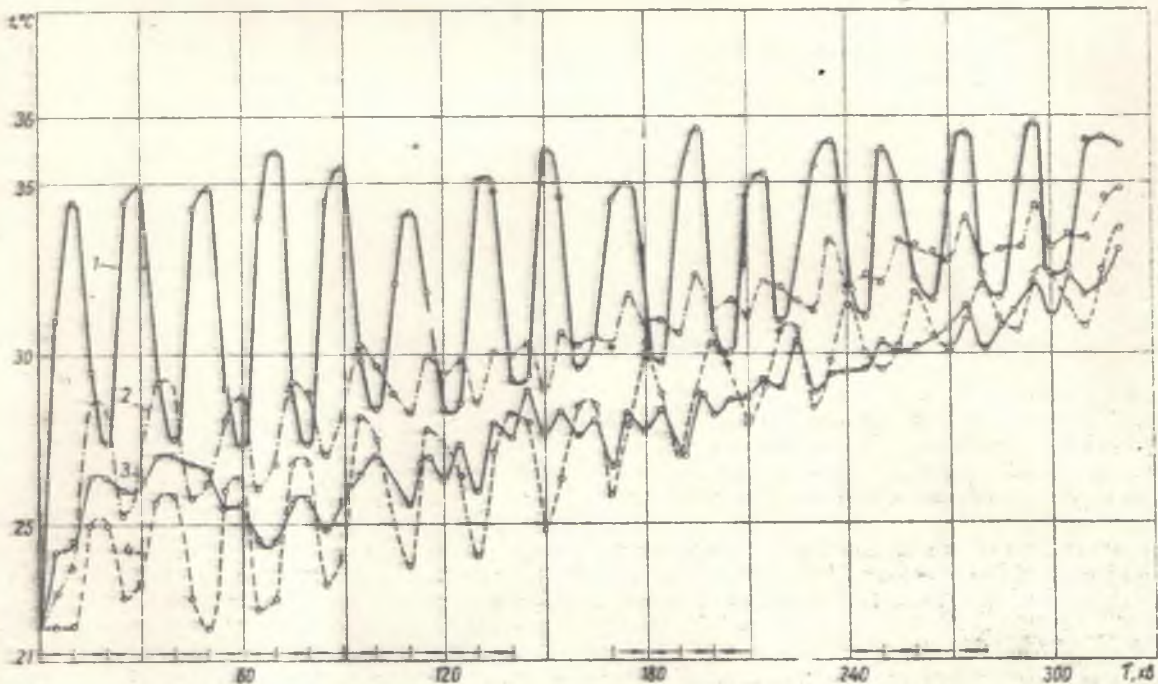


Рис. 3. Температурні криві секції IV при тривалості періодів реверсії 10 хв:
1 — сушильного агента; 2 — тіста верхньої касети; 3 — тіста середньої касети; 4 — тіста нижньої касети.

ку руху повітря вже не падає до початкової, а поступово підвищується при дальших періодах реверсії. Якщо в кінці першого періоду температура зовнішньої поверхні макаронів підвищувалась до 32°C , то в кінці сушіння вона досягала 36°C .

Періодична зміна напрямку руху повітря приводить до вирівнювання температури макаронних виробів по всій довжині сушильної камери. Так, у кінці сушіння температура виробів у секціях III і IV уже відрізняється тільки на $3\text{--}4^{\circ}\text{C}$. Це приводить до вирівнювання і швидкості видалення вологи по всіх секціях.

Температура зовнішньої поверхні і всередині тіста макаронної трубки (відповідно криві 1 і 3) на початку сушіння відрізняється приблизно на $1\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$. До кінця сушіння ця різниця скорочується і становить менше $0,5^{\circ}\text{C}$. Отже, зовнішня поверхня макаронів на початку сушіння прогрівається більш інтенсивно, ніж внутрішня.

Температура сушильного агента всередині камери (крива 3) замірювалась між секціями III і IV. Цікаво відзначити, що після другого періоду реверсії вона дещо знижується. Це можна пояснити тим, що при зміні напрямку руху повітря у секції IV відбулась конденсація пари на поверхні макаронів і при проходженні гарячого повітря через секцію потребується значна затрата тепла на випаровування сконденсованої вологи, що приводить до зниження температури. При наступних періодах реверсії температура повітря поступово підвищується.

Авторами були проведені також дослідження температурних полів макаронних виробів по висоті секцій. На рис. 3 представлено температурні криві сушіння Особливих макаронів I сорту секції IV при циклі реверсії 10 хв. З цього рисунка видно, що їх температура в верхній касеті (крива 2) дещо вища, ніж у середній і нижній касетах (криві 3 і 4). Це приводить до різного зменшення вологи по висоті касет. До кінця процесу сушіння температура макаронів по висоті дещо вирівнюється. Це пояснюється тим, що у верхніх касетах повітря рухається з більшою швидкістю, ніж у нижніх. Аналогічні дані були одержані у Воронежському технологічному інституті [2].

Звідси можна зробити висновок, що із зменшенням тривалості реверсії температура макаронних виробів у всіх секціях вирівнюється швидше. Вирівнювання температур і

швидший прогрів при реверсії 10 хв по всіх касетах приводить до інтенсифікації процесу сушіння. Але якщо цей цикл витримати протягом усього процесу, то внаслідок інтенсивного сушіння якість макаронних виробів погіршується. Наприклад, у цьому випадку на поверхні макаронів вищого і I сортів спостерігається багато мікротріщин, їх міцність при цьому зменшується і становить для вищого сорту $240\text{--}270\text{ г}$, а для I — $280\text{--}340\text{ г}$.

При зміні напрямку руху повітря і збільшенні тривалості реверсії відбувається різкий перепад температури макаронів по довжині сушильної камери. Тому, у перших по ходу руху повітря макаронах швидкість сушіння буде тривалий час знизити; не перевищувати швидкість сушіння у останніх секціях. Крім того, збільшення тривалості реверсії може привести до конденсації парів на поверхні макаронних виробів у останніх по ходу руху повітря секціях, чим створюється своєрідне відволожування поверхонь цих макаронів. Із застосуванням тривалої реверсії збільшується загальний час сушіння макаронів, однак їх якість при цьому поліпшується. На поверхні макаронів спостерігається менше мікротріщин. Міцність макаронів I сорту становить $410\text{--}440\text{ г}$ (дослід проводився при температурі сушильного агента 40°C , тривалості циклу реверсії 40 хв, швидкості руху повітря $2,5\text{ м/сек}$). Кінцева вологість макаронів — 13% .

Як відомо [3, 4, 5], сушити макарони рекомендують у три стадії. У першій стадії, коли видаляється вільно зв'язана волога, процес сушіння необхідно вести при жорстких режимах. У другій стадії, коли видаляється зв'язана волога і починається усадка макаронів, процес сушіння ведеться при м'яких режимах. У третій стадії, коли закінчується процес структуроутворення і відбувається фіксація утвореної твердої структури, процес сушіння можна дещо інтенсифікувати.

Як показали дослідження, тривалість реверсії по-різному впливає на відновні періоди сушіння. Отже, виходячи з розглянутих режимів сушіння макаронів при різних періодах реверсії і вищевказаних рекомендацій, а також враховуючи те, що більшість виробничих сушильних установок не дозволяє регулювати відносну вологість по запропонованих періодах сушіння, можна рекомендувати такі режими.

Спочатку процес сушіння необхідно проводити при малих періодах реверсії (10—20 хв). Малі періоди реверсії приводять до

більш швидкого прогріву макаронних виробів, що інтенсифікує процес сушіння.

У другому періоді слід застосовувати більш тривалі проміжки реверсії (25—40 хв). Застосування тривалого циклу дозволяє для останніх по ходу руху повітря касет створювати процеси періодичного відволоження, що підвищує якість готових виробів.

Для інтенсифікації процесу сушіння у третьому періоді, порівняно з другим, необхідно проводити сушіння при меншій тривалості реверсії (15—30 хв). У цьому періоді сушіння закінчується процес структуроутворення і тривалість періодів реверсії мало впливає на розтріскування макаронних виробів. Наприклад, для Особливих макаронів І сорту, виготовлених з борошна за ГОСТом 12-307—66 або ГОСТом 12-306—66, при температурі сушильного агента 35—40°C і швидкості руху 2,5 м/сек, кращими виявились такі тривалості періодів реверсії: 20—40—15 хв або 20—40—25 хв. Для макаронів з борошна вищого сорту, при тих же режимах сушіння, можна рекомендувати тривалість реверсії 15—25—20 хв. Відносна вологість повітря повинна бути не менше як 60—65%.

Щоб запобігти злипанню, у першому пері-

оді сушіння можна рекомендувати більш високу температуру (40—45°C) з одночасним збільшенням руху повітря.

Сушіння Особливих макаронів І сорту при комбінованому режимі перевірялось у виробничих умовах на Київській макаронній фабриці. При температурі 35—36°C, швидкості руху повітря 2,5 м/сек, відносній вологості 60—70% і реверсії 20—40—25 хв макарони висувались за 14 год до вологості 11,3%. Вони були хорошого кольору, у зломі скловидні, з мічністю 630 г, що значно вище від стандартної.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тварнов І. Т., Мазуренко П. І., Ройтер І. М. Експериментальна напіввиробнича устатковка для сушіння довготрубчастих макаронних виробів касетним способом — 36 «Харчова промисловість», 1968, №4.
2. Ким Л. В. Аэродинамическая характеристика сушителя 2-11АГН-700 — «Хлебопекарная и кондитерская промышленность», 1966, № 12.
3. Савина И. М. Влияние различных методов теплоподвода на процесс сушки короткорезанных макаронных изделий. Тезисы докладов на научной конференции МТИП. М., 1967.
4. Мельникова Н. С., Нетушил Н. Е. Сушка макаронных изделий С6. «Сушка в пищевой промышленности» М., Профиздат, 1958, с. 220.
5. P. Gorling. Die Verhinderung an der Risbildung bei dem Trocknen der Makkaroni. «Getreide und Mehl», Heft 4, 1960 Seite 39.