

УДК 664.655.041.001.2

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕЧЕЙ МАРКИ ППЦ

А. А. ГОРДОВСКИЙ

Киевский хлебокомбинат № 12

**М. Н. СИГАЛ, А. В. ВОЛОДАРСКИЙ,
Л. Ф. МАРТЫНОВ, Н. А. БУРКОВСКАЯ,
Ю. В. УСТИНОВ**

Киевский технологический институт
пищевой промышленности

С 1983 г. на Киевском хлебокомбинате № 12 эксплуатируются печи ППЦ-250. Сейчас здесь работает пять таких печей, в которых выпекают нарезные батоны массой 0,5 кг из пшеничной муки высшего сорта и киевский арнаут. В связи с тем что печи ППЦ-250 в последние годы получили широкое распространение в промышленности, представляет интерес провести их многосторонние испытания с целью определения технико-экономических показателей и оптимальных режимов эксплуатации, при которых энергозатраты на выпечку изделий хорошего качества минимальны.

Как показал опыт эксплуатации, печи ППЦ и подобные им конструкции¹ достаточно надежны в работе и позволяют выпускать продукцию, соответствующую требованиям ГОСТа. Один из их недостатков — весьма интенсивная вентиляция пекарной камеры, из-за чего теряются тепло и выделяющиеся в процессе выпечки ароматические вещества.

Печь (рис. 1) представляет собой тоннельную конструкцию каркасно-засыпного типа с сетчатым подом и рециркуляцией продуктов сгорания. Природный газ низкого давления (печь может обогреваться продуктами сгорания легкого жидкого топлива) сгорает в двухпроводной горелке турбулентного перемешивания. Покидающие цилиндрическую металлическую топку высокотемпературные продукты сгорания смешиваются в камере смешения с низкотемпературными рециркулирующими газами. Образовавшийся в результате этого сравнительно низкотемпературный теплоноситель поступает в транспортирующие устройства, а из них — в каналы обогрева рабочей камеры печи. В их конце охлажденный теплоноситель отбирается. В качестве побудителя движения теплоносителя используется тягодутьевое устройство — дымосос (вентилятор) рециркуляции. На выходе из тягодутьевого устройства общий

поток газов разделяется: часть газов, соответствующая суммарной массе продуктов сгорания и подсосам воздуха в газовый тракт, удаляется в дымовую трубу, остальные — подводятся в камеру смешения для охлаждения продуктов сгорания.

При испытаниях печей ППЦ-250 определяли их основные эксплуатационные показатели — расход топлива, пара, температуру, производительность и другие, а также технологические — качество сырья и продукции, продолжительность выпечки и пр. Печь ППЦ-250 была оснащена ротационным газовым счетчиком РС-40 М, тарированной дисковой диафрагмой для измерения расхода пара, комплектом термпар и другими измерительными средствами. Испытания проводили в соответствии с общепринятыми методами¹.

Тесто готовили на большой густой опаре, в агрегатах И8-ХТА-12.

Результаты технологических испытаний печи ППЦ-250 приведены в таблице.

Параметры	Батон нарезной массой 0,5 кг из пшеничной муки высшего сорта	Киевский арнаут (0,94 кг)
ОПАРА		
Влажность, %	43	47
Начальная температура, °С	27—29	28—29
Продолжительность брожения, ч	5—5,5	4—4,5
Конечная кислотность, град	2,5—3,5	5,0
ТЕСТО		
Влажность, %	42,5	45,6
Начальная температура, °С	29—32	29—31
Продолжительность брожения, мин	50	40
Конечная кислотность, град	2,5—3,0	4,5
Масса тестовой заготовки, г	550—560	1055+5
Продолжительность расстойки, мин	56—65	45—60
ИЗДЕЛИЯ		
Продолжительность выпечки, мин	27	48
Средний упек по ширине пода, %	7,6	9,8
Производительность, кг/ч	1028	1100
т/сут	23,6	25,3

Готовая продукция по физико-химическим показателям (влажность, кислотность, пористость) соответствовала стандартам. При органолептической оценке изделий установлено, что они имели равномерную окраску, пропеченный, эластичный мякиш, однако у батона был относительно низкий удельный объем, а у арнаута — сравнительно толстая корка (3—4 мм).

¹ Сигал М. Н., Володарский А. В. Эксплуатация хлебопекарных печей, М., Легкая и пищевая промышленность, 1983, 136 с.

¹ Михелев А. А., Володарский А. В. Практикум по курсу «Промышленные печи хлебопекарного и кондитерского производства», М., Пищевая промышленность, 1974, 288 с.

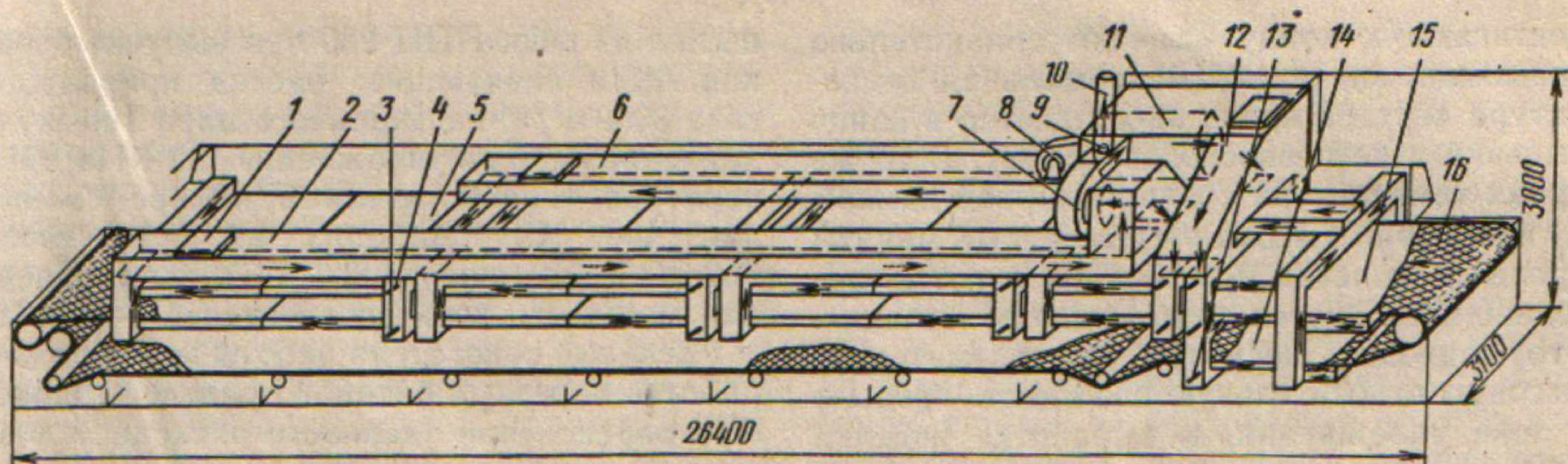


Рис. 1. Система обогрева печи ППЦ-250:

1 — взрывные клапаны; 2 — короб отвода теплоносителя из каналов; 3, 4 — шиберы регулирования расхода теплоносителя соответственно в нижних и верхних каналах; 5 — верхние нагревательные каналы; 6 — короб подвода теплоносителя в каналы; 7 — рециркуляционный вентилятор; 8 — горелочное устройство; 9 — шибер в канале рециркулирующих газов; 10 — дымовая труба; 11 — топка; 12 — камера смешения; 13 — шибер регулирования расхода теплоносителя; 14 — канал предварительного нагрева конвейера; 15 — нижние нагревательные каналы; 16 — сетчатый конвейер

На рис. 2 отражены результаты измерений температурных полей в рабочих камерах печей ППЦ-250 при выработке нарезных батонов массой 0,5 кг из пшеничной муки высшего сорта и киевского арнаута (0,94 кг) т. е. тех же изделий, данные для которых были приведены в таблице. Измерения проводили медь-константановыми термопарами из термоэлектродных проводов диаметром 0,25 мм по упомянутой выше методике. В качестве регистрирующего прибора был использован шеститочечный потенциометр КСП-4.

Как видно из рис. 2, кинетические зависимости, характеризующие температур-

ный и паровлажностный режимы в рабочей камере печи и прогрев тестовых заготовок в процессе выпечки, в основном соответствуют рекомендуемому для данных видов изделий. Так, при выпечке нарезных батонов температура центральных слоев изделий $t_{ц}$ достигала 98 °С (соответствует окончанию выпечки) примерно на 26—27-й минуте от начала процесса. Такая продолжительность выпечки τ близка к оптимальной для данного сорта изделий, что обеспечивает сравнительно высокую производительность печи и умеренный упек. Температуры верхней и нижней корок батонов $t_{в.к}$ и $t_{н.к}$ равномерно повышаются и достаточно близки, что способствует равномерной окраске изделий, и

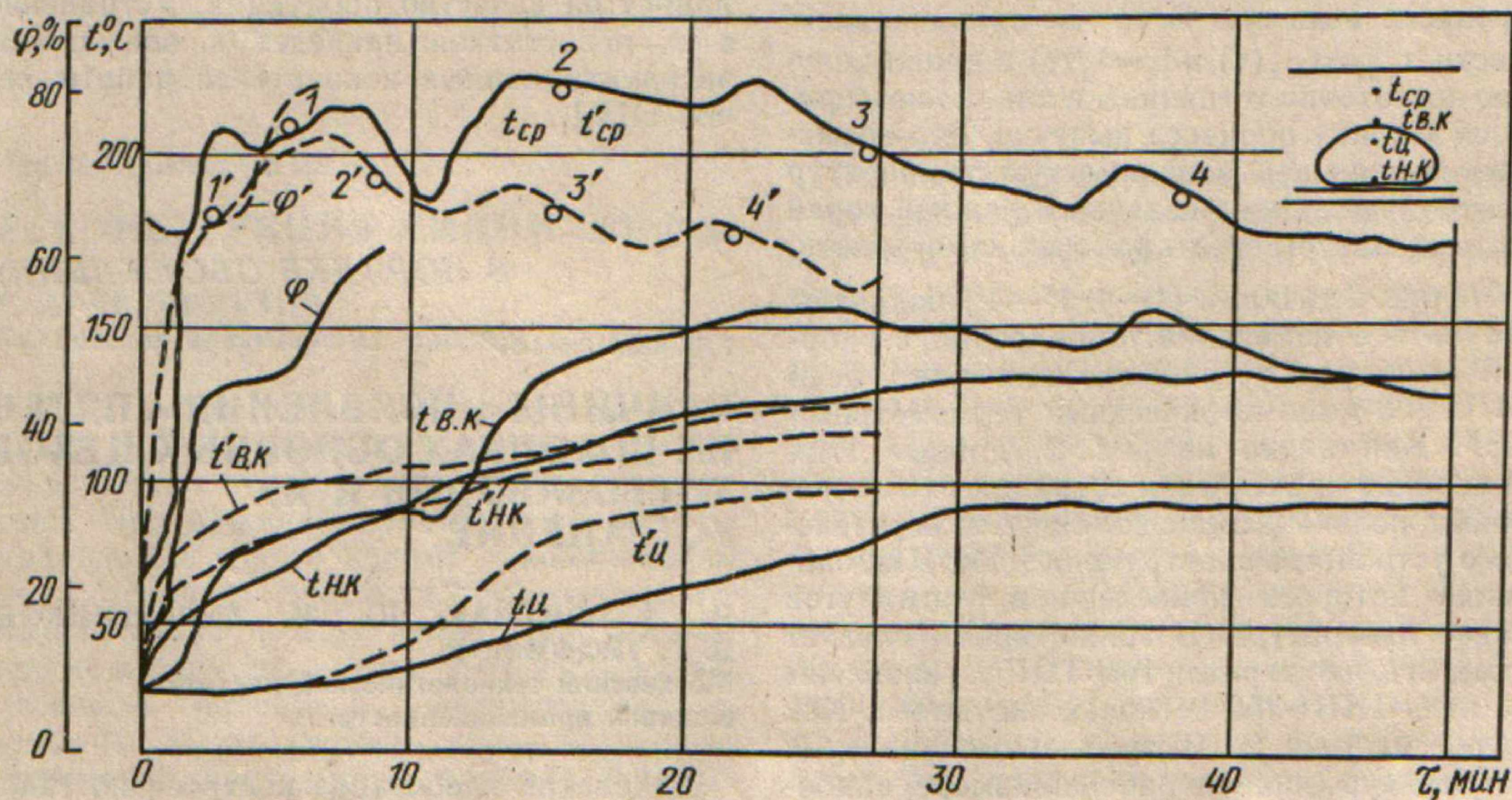


Рис. 2. Кинетика температур в рабочей камере печи ППЦ-250 при выпечке нарезных батонов массой 0,5 кг из пшеничной муки высшего сорта (пунктирные линии, величины со штрихом) и киевский арнаут массой 0,9 кг (сплошные линии). t_{cp} , $t_{в.к}$, $t_{н.к}$, $t_{ц}$ соответственно температура среды пекарной камеры, верхней и нижней корки, центра тестовой заготовки; ϕ — относительная влажность среды пекарной камеры; τ — продолжительность выпечки; 1—4 (1'—4') — температура в рабочей камере при выработке батонов (киевского арнаута) по показаниям, установленных на печи приборов

достигают к концу выпечки сравнительно невысоких значений (максимальная температура верхней корки наблюдается в конце выпечки и не превосходит 125°C). В то же время температура среды пекарной камеры $t_{\text{ср}}$ чрезмерно высока уже в первые минуты процесса выпечки и несколько раз нежелательно повышается по мере его протекания. Это приводит, несмотря на сравнительно высокую относительную влажность среды ϕ в зоне увлажнения, к выработке изделий небольшого объема со сравнительно плотным и недостаточно разрыхленным мякишем.

Кинетические температурные зависимости, характеризующие процесс выпечки подовых изделий большей массы (арнаут киевский), в основном повторяют описанные выше аналогичные зависимости, являясь в то же время более растянутыми во времени в связи с большей продолжительностью выпечки. Имеются и некоторые отличия. Так, относительная влажность среды ϕ в зоне гигротермической обработки ниже, чем при выработке батонов, хотя продолжительность увлажнения естественно больше. В то же время отмеченные выше экстремальные значения и перепады температур на графике $t_{\text{ср}} = t_{\text{ср}}(\tau)$ в данном случае более ощутимы и приводят к соответствующим колебаниям на графике $t_{\text{в.к}} = t_{\text{в.к}}(\tau)$, что нежелательно и, как уже отмечалось, несколько повышает толщину верхней корки изделий. Этому также способствует то обстоятельство, что своих максимальных значений зависимость $t_{\text{в.к}} = t_{\text{в.к}}(\tau) \approx 160^{\circ}\text{C}$ достигает при $\tau = 25$ и 37 мин, понижаясь между этими двумя экстремальными значениями, а также к концу процесса выпечки. В то же время зависимости $t_{\text{н.к}} = t_{\text{н.к}}(\tau)$ и $t_{\text{ц}} = t_{\text{ц}}(\tau)$ в данном случае достаточно устойчивы и плавно повышаются к концу процесса выпечки. Это объясняется меньшей зависимостью температур центральных слоев изделий и нижней корки от температуры среды рабочей камеры печи.

На рис. 2 точками (1—4, 1'—4') показаны результаты измерений температуры в рабочей камере установленными на печи ППЦ-250 манометрическими термометрами ТПГ. Как видно из рис. 2, данные этих измерений практически совпадают со значениями, полученными с помощью измерительного устройства конструкции КТИППа, описание которого приведено в упомянутой ранее литературе. В то же время следует отметить, что термометры ТПГ установлены на печи ППЦ-250 несколько неудачно. Как видно из рис. 2, экстремальные значения температур (пики) в рабочей камере, наиболее полно характеризующие кинетику и температурный уровень процесса выпечки, не совпадают с местами их установки, что затрудняет объективную оценку степени совершенства режима выпечки и может быть причиной ухудшения качества изделий.

Теплотехнические характеристики при ис-

питаниях печи ППЦ-250 при выпуске батонов были следующие: расход природного газа $30,4 \text{ м}^3/\text{ч}$, насыщенного пара $190 \text{ кг}/\text{ч}$, давление пара на увлажнение 122 КПа , температура теплоносителя в камере смешения 400°C , уходящих из печи газов 260°C (для арнаута 270°C), установленная мощность электродвигателей $16,5 \text{ кВт}$.

Удельные показатели работы печи при выработке нарезных батонов приведены ниже. При определении удельного расхода условного топлива теплота сгорания природного газа принималась равной $35,7 \text{ мДж}/\text{м}^3$ (по данным измерений).

Расход на 1 т изделий	Батон нарезной массой 0,5 кг из муки высшего сорта
Природный газ, м^3	29,5
Условное топливо, кг	35,8
Пар, кг	185
Электроэнергия, кДж	$57,7 \cdot 10^3$

Установлено, что основные технико-экономические показатели печей ППЦ-250 достаточно высоки и находятся на уровне лучших отечественных и зарубежных печей аналогичных типов. В то же время по некоторым показателям эти печи уступают печам аналогичных типов. Так, удельные расходы пара, подаваемого на увлажнение в рабочую камеру печи, и топлива несколько выше, чем в лучших отечественных печах с такой же площадью пода.

Таким образом, как показали испытания, печи ППЦ позволяют вырабатывать стандартную продукцию при сравнительно низких удельных расходах топлива, пара и электроэнергии. Вместе с тем они не лишены ряда недостатков, отмеченных выше, что влияет на качество продукции. Устранение этих недостатков приведет к повышению эксплуатационных показателей работы печей ППЦ.