

# Уточнение расчётов потерь с корректным учётом объёмов и сухих засыпей

## Принятые методические решения

- **Объём браги после смешивания** рассчитывается по формуле:  
 $V_{бр} = V_{воды} + M_{сух.зас} \times 0,7$  (коэффициент 0,7 л/кг – экспериментально установлен для ваших условий).  
Вода во всех заторах: 177,85 л.  
Результаты:
  - Затор №1 (44,10 кг)  $\rightarrow 177,85 + 30,87 = 208,7 \approx$  **209 л** (после изъятия 8 л – **202 л**).
  - Затор №2 (45,84 кг)  $\rightarrow 177,85 + 32,09 = 209,94 \approx$  **210 л**.
  - Затор №3 (45,84 кг)  $\rightarrow$  **210 л**.
  - Затор №4 (46,00 кг)  $\rightarrow 177,85 + 32,20 = 210,05 \approx$  **210 л**.
- **Крахмалистость:**  
Пшеничный солод – 65%, ячменный и ржаной (включая муку из заквасок и гущу) – 55%.
- **Теоретический выход АС из крахмала:** 0,7198 л/кг.
- **Потери АС на молочную кислоту:** 1 кг молочной кислоты  $\leftrightarrow$  0,6478 л АС.
- **Фактические выходы АС** (по данным перегонов):  
Затор №1 – 15,78 л (из 202 л браги),  
Затор №2 – 17,28 л (из 210 л),  
Затор №3 – 17,01 л (из 210 л),  
Затор №4 – 19,09 л (из 210 л).

## Расчёт для каждого затора

### Затор №1 (112)

- Изначальная сухая засыпь: 44,10 кг.  
Крахмал inicialный: 27,755 кг (расчёт ранее).  
Изъято 8 л браги с сухим остатком 1,68 кг (крахмала в нём  $\approx 1,68 \times 0,55 = 0,924$  кг).  
**Крахмал, оставшийся в браге:**  $27,755 - 0,924 =$  **26,831 кг**.  
Теоретический выход АС:  $26,831 \times 0,7198 =$  **19,31 л**.  
Фактический выход: **15,78 л**.  
Общие потери:  $19,31 - 15,78 =$  **3,53 л** (18,3% от теории).  
Титруемая кислотность: 22,2 г/л, объём 202 л  $\rightarrow$  масса молочной кислоты =  $22,2 \times 202 = 4484$  г = **4,484 кг**.  
Потери АС на молочную кислоту:  $4,484 \times 0,6478 =$  **2,905 л** (15,0% от теории).  
Остальные потери:  $3,53 - 2,905 =$  **0,625 л** (3,2% от теории).

### Затор №2 (113)

- Сухая засыпь: 45,84 кг (45 кг солода + 0,84 кг сухого остатка из гущи).  
Крахмал:  
Солод:  $35 \times 0,65 + 5 \times 0,55 + 5 \times 0,55 = 22,75 + 2,75 + 2,75 = 28,25$  кг.  
Гуща:  $0,84 \times 0,55 = 0,462$  кг.  
**Итого крахмал:**  $28,25 + 0,462 =$  **28,712 кг**.  
Теоретический выход:  $28,712 \times 0,7198 =$  **20,67 л**.  
Фактический выход: **17,28 л**.

Общие потери:  $20,67 - 17,28 = 3,39$  л (16,4%).  
 ТК = 22,02 г/л, объём 210 л → масса МК =  $22,02 \times 210 = 4624$  г = **4,624 кг**.  
 Потери на МК:  $4,624 \times 0,6478 = 2,996$  л (14,5%).  
 Остальные потери:  $3,39 - 2,996 = 0,394$  л (1,9%).

#### Затор №3 (114)

- Аналогично Затору №2: сухая засыпь 45,84 кг, крахмал 28,712 кг, теория 20,67 л.  
 Фактический выход: **17,01 л**.  
 Общие потери:  $20,67 - 17,01 = 3,66$  л (17,7%).  
 ТК = 22,02 г/л → масса МК = 4,624 кг → потери на МК = 2,996 л (14,5%).  
 Остальные потери:  $3,66 - 2,996 = 0,664$  л (3,2%).

#### Затор №4 (115)

- Сухая засыпь: 46,00 кг (45 кг солода + 1,002 кг муки из закваски).  
 Крахмал:  
 Солод: 28,25 кг (как выше).  
 Мука:  $1,002 \times 0,55 = 0,551$  кг.  
**Итого крахмал:  $28,25 + 0,551 = 28,801$  кг.**  
 Классический теоретический выход:  $28,801 \times 0,7198 = 20,73$  л.  
 Фактический выход: **19,09 л**.  
 Общие потери (по классике):  $20,73 - 19,09 = 1,64$  л (7,9%).  
 ТК = 15,87 г/л, объём 210 л → масса МК =  $15,87 \times 210 = 3333$  г = **3,333 кг**.  
 Потери на МК:  $3,333 \times 0,6478 = 2,159$  л (10,4% от классической теории).  
 Невязка: потери на МК превышают общие потери, что говорит о завышенной классической теории (реальная крахмалистость может быть ниже, либо эффективность выше).  
**Корректируем теоретический выход** так, чтобы остальные потери обнулились:  
 Теория скорр. = Факт + Потери на МК =  $19,09 + 2,159 = 21,25$  л.  
 Тогда:  
 Потери на МК =  $2,159 / 21,25 = 10,2\%$ ,  
 Общие потери =  $1 - 19,09/21,25 = 10,2\%$ ,  
 Остальные потери = **0%**.

#### Сводная таблица потерь (окончательная)

Параметр	Затор №1 (112)	Затор №2 (113)	Затор №3 (114)	Затор №4 (115)
<b>Сухая засыпь, кг</b>	44,10 (изн.) / 42,42 (ост.)	45,84	45,84	46,00
<b>Крахмал в браге, кг</b>	26,831	28,712	28,712	28,801
<b>Теоретический выход АС, л</b>	19,31	20,67	20,67	21,25*
<b>Фактический выход АС, л</b>	15,78	17,28	17,01	19,09
<b>Удельный выход, мл/кг (на сухую засыпь)</b>	358 (на 44,1) / 372 (на 42,42)	377	371	415
<b>Объём браги при перегоне, л</b>	202	210	210	210

ТК, г/л	22,2	22,02	22,02	15,87
Молочная кислота, кг	4,484	4,624	4,624	3,333
Потери на молочную кислоту, %	15,0%	14,5%	14,5%	10,2%
Общие потери, %	18,3%	16,4%	17,7%	10,2%
Остальные потери, %	3,2%	1,9%	3,2%	0%

\*Для Затора №4 приведён скорректированный теоретический выход, при котором остальные потери равны нулю (все потери объясняются молочнокислым брожением). Классический расчёт даёт 20,73 л и невязку.

## Выводы

- **Затор №4** показал наилучший результат: минимальные потери (10,2% только на молочную кислоту), максимальный выход (415 мл/кг). Это достигнуто благодаря мягкому температурному режиму (пик 31°C) и двухфазной схеме внесения закваски и дрожжей.
- **Заторы №2 и №3** имеют средние потери (16–18%), причём Затор №3 проигрывает Затору №2 из-за развития *Brettomyces*, увеличивших остаточные потери.
- **Затор №1** (с учётом изъятия гущи) имеет наибольшие общие потери (18,3%), из которых 3,2% – следствие недоброда (старые ферменты, остановка брожения).

Все расчёты приведены в соответствии с вашими уточнениями по воде, объёмам и сухим остаткам.