

ВЫБОР ТИПОРАЗМЕРОВ МЯГКИХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КОНТЕЙНЕРОВ РАЗОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ

Бацеко М.А.,

**научный руководитель доц., канд. техн. наук Романов В.А.
Сибирский государственный университет путей сообщения**

Целью данной работы является выбор мягких специализированных контейнеров разового использования (МКР) и обоснование наилучшего использования грузоподъемности вагона.

В связи с большими потерями сыпучих грузов, возникающими в процессе перегрузок из-за распыла, просыпания, утечки и снижения качества, проблема организации бесперегрузочных перевозок в специализированных контейнерах является актуальной для промышленности, сельского хозяйства и транспорта.

За последние годы (15...20 лет) изменились характеристики вагонов (грузоподъемность, размеры вагонов и т.д.), увеличилось количество типоразмеров мягких контейнеров, соответственно изменились параметры (размеры, масса контейнеров), увеличилась номенклатура грузов, перевозимых в мягких контейнерах. В сетевых технических условиях, глава 9 отсутствуют схемы погрузки МКР в крытых вагонах, а также рекомендации по использованию МКР в зависимости от насыпной массы груза.

В связи с этим в работе были поставлены следующие задачи:

1. Анализ существующих типоразмеров МКР с учетом новых и перспективных типоразмеров.

2. Определение необходимого количества МКР (m) в вагоне в зависимости от насыпной массы груза (γ) для крытых вагонов различной грузоподъемности.

3. Разработка рекомендаций по выбору типоразмеров МКР, обеспечивающих наибольшую грузоподъемность вагона.

Рациональные схемы размещения контейнеров в крытых вагонах разрабатывались исходя из условия полного использования рабочего объема контейнера, грузоподъемности и вместимости вагона, а также в соответствии с требованиями сохранности груза, вагона и безопасности движения поездов.

Анализ литературных источников и интернет ресурсов показал, что в настоящее время в практике перевозок сыпучих слабослеживающихся и неслеживающихся грузов в МКР используют порядка пятнадцати типоразмеров, которые не отражены в сетевых технических условиях. В таблице 1 представлены параметры наиболее часто встречающихся МКР. Из таблицы 1 видно, что рабочий объем МКР составляет от 0,5 до 1,5 м³, а расчетная грузоподъемность – от 0,5 до 1,5 т.

Задача рационального распределения контейнеров по типоразмерам в зависимости от насыпной массы груза формулируется следующим образом: по известной насыпной массе груза подобрать типоразмер контейнера, обеспечивающий полную загрузку вагона при минимально возможном количестве контейнеров. Связь между количеством контейнеров m , величиной загрузки вагона G_v и насыпной массой груза γ выражается формулой:

$$m = \frac{G_v}{\gamma \cdot V_k + g_k}, \quad (1)$$

где V_k - номинальный (рабочий) объем контейнера, м³;
 g_k - масса порожнего контейнера, т.

При условии полной загрузки вагона G_v количество контейнеров, необходимых для перевозки данной массы груза стремится к минимальному ($m \rightarrow m_{\min}$), а произведение насыпной массы груза и рабочего объема контейнера - к расчетной грузоподъемности контейнера ($\gamma * V_k \rightarrow G_{k \max}$).

Для расчета по формуле (1) примем следующие данные: $G_v = 69\text{т}$, $\gamma = 0,3-1,5 \text{ т/м}^3$, параметры (объем контейнера V_k , масса тары g_k , максимальная грузоподъемность контейнера $G_{k \max}$) взяты из таблицы 1.

Таблица 1 Параметры мягких специализированных контейнеров разового использования

Параметр ы	Марка контейнера													
	Мкр - 0,5 м3	Мкр - 0,63 м3	Мкр - 0,9 м3	МКР-1,0С-1,5	МКР-1,0С-1,0	МКР-1,00-1,5	МКР 1,0 С2-1,0	МКР 1,0-Л4-1,0/1,3	МКР 1,0-С2-1,0	Мкр - 1,0 м3	Мкр - 1,0 м3	Мкр - 1,1 м3	Мкр - 1,3 м3	Мкр - 1,5 м3
$V_k, \text{М3}$	0,5	0,63	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1,1	1,3	1,5
$g_k, \text{т}$	0,02	0,02	0	0	0	0	0,02	0,025	0,02	0	0	0	0,03	0,03
$G_k \max$	0,5	0,5	1	1,5	1	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1

На рисунке 1 отображен график зависимости количества контейнеров от насыпной массы груза в крытом вагоне грузоподъемностью 69 тонн для различных марок контейнеров.

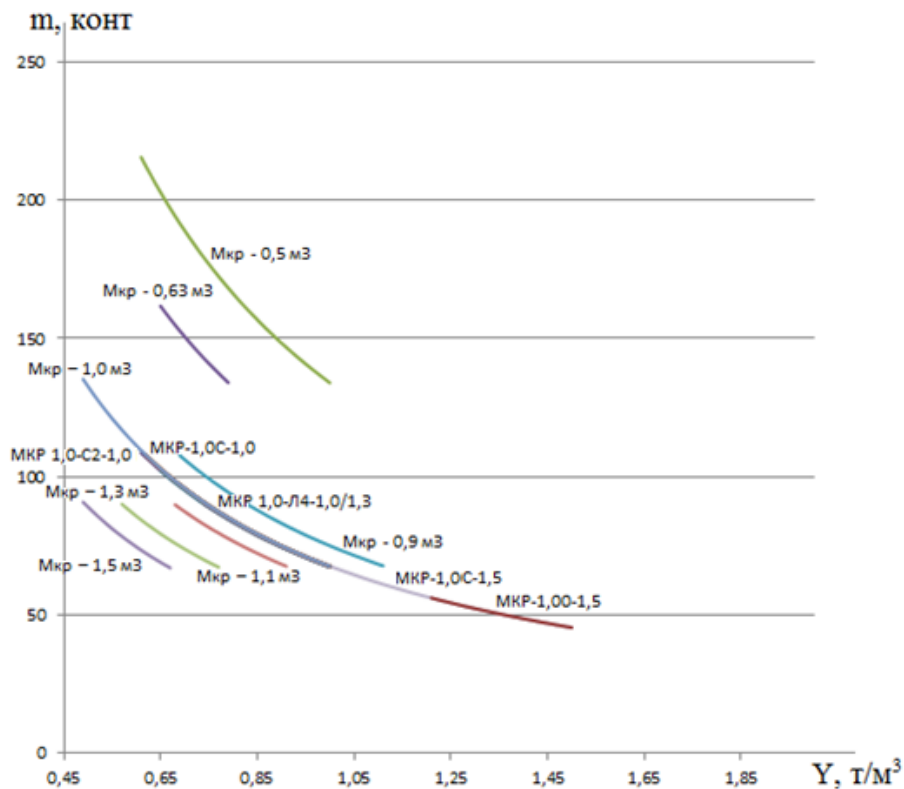


Рисунок 1 График зависимости $m=f(\gamma)$ в крытом вагоне грузоподъемностью 69 тонн для различных марок контейнеров

Функции $m=f(\gamma)$ имеют ограничения сверху по вместимости вагона, а снизу - по грузоподъемности контейнера.

Данные ограничения рассчитываются для каждого типоразмера контейнеров следующим образом:

- снизу - по грузоподъемности контейнера:

$$\gamma_{\max} = \frac{G_k \max}{V_k}, \quad (2)$$

- сверху - по вместимости вагона:

$$m_{\max} = \frac{l_{\text{ваг}}}{l_{\text{конт}}} * \frac{b_{\text{ваг}}}{b_{\text{конт}}} * \frac{h_{\text{ваг}}}{h_{\text{конт}}}, \quad (3)$$

где $l_{\text{ваг}}$ - внутренняя длина кузова вагона; $l_{\text{конт}}$ - длина контейнера; $b_{\text{ваг}}$ - внутренняя ширина кузова вагона; $b_{\text{конт}}$ - ширина контейнера; $h_{\text{ваг}}$ - внутренняя высота кузова вагона; $h_{\text{конт}}$ - высота контейнера.

Выразив из формулы (1) γ , получаем:

$$\gamma_{\min} = \frac{\left(\frac{G_B}{m} - g_k\right)}{V_k}, \quad (4)$$

Для расчетов были приняты:

Крытый вагон, модель 11-270, грузоподъемностью 69 тонн, $l_{\text{ваг}} = 13844$ мм, $b_{\text{ваг}} = 2764$ мм, $h_{\text{ваг}} = 2791$ мм.

Рекомендуемые сферы применения контейнеров в зависимости от γ приведены на графике (рисунок 2).

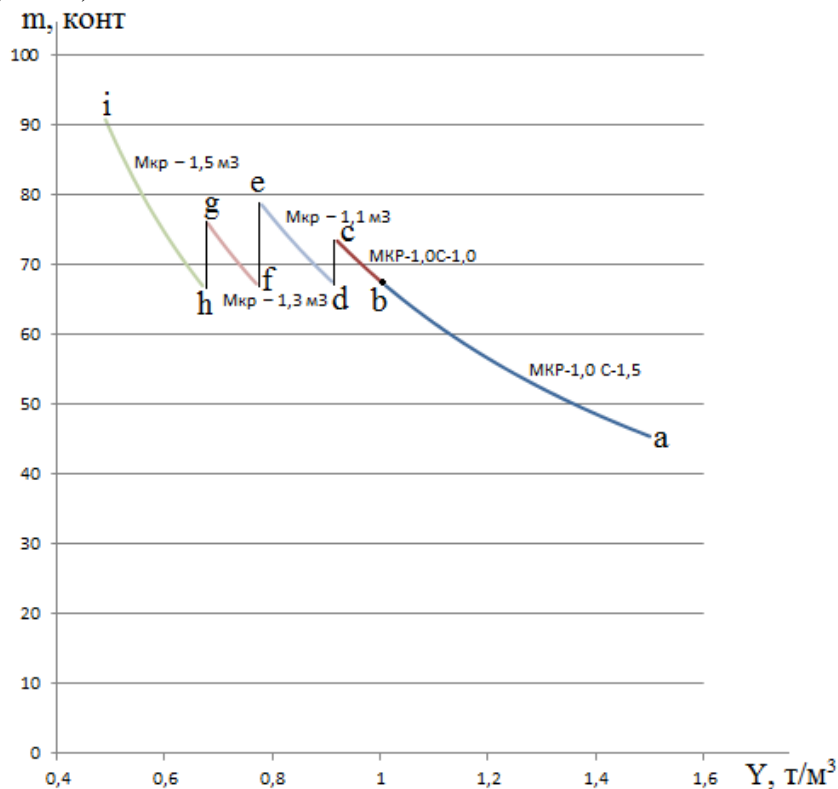


Рисунок 2 Рекомендуемые сферы применения контейнеров в зависимости от γ в крытом вагоне Г.-П. 69 тонн

Точки a, b, c, d и т.д. соответствуют минимальному и максимальному количеству контейнеров данного типоразмера в вагоне при максимальной величине загрузки вагона G_B .

На основании данного графика составлена таблица 2, в которой представлен рекомендуемый диапазон насыпных масс груза и соответствующее этим значениям количество контейнеров для крытых вагонов грузоподъемностью 69т.

Таблица 2 Рекомендуемый диапазон γ для крытого вагона Г.–П. 69 тонн

Диапазон γ , т/м ³		Рекомендуемая марка контейнера	Количество контейнеров в вагоне	
γ_{\min}	γ_{\max}		m_{\max}	m_{\min}
0,49	0,67	МКР – 1,5 м ³	90	66
0,68	0,77	МКР – 1,3 м ³	75	67
0,78	0,91	МКР – 1,1 м ³	78	67
0,92	1	МКР-1,0С-1,0	73	67
1,01	1,5	МКР-1,0С-1,5	66	45

Анализ графика (рисунок 2) и таблицы 2 показывает, что наибольший диапазон значений γ у контейнеров МКР-1,0С-1,5 (от 1,01 до 1,5 т/м³) и наименьший у МКР-1,0С-1,0 (от 0,92 до 1,0 т/м³).

При перевозке в крытом вагоне грузоподъемностью 69 тонн грузов с насыпной массой менее 0,49т/м³ грузоподъемность вагона используется не в полной мере. Расчеты показывают, что максимальная загрузка вагона при использовании рассмотренных типоразмеров контейнеров в диапазоне насыпных масс $0,3 \leq \gamma \leq 0,48$ составляет 17,92(МКР-1,00-1,5)...68,85т. (МКР-1,0м³). Таким образом, при насыпной массе менее 0,49 т/м³ рекомендуется использовать контейнер МКР-1,0м³ (загрузка составляет $G_{\text{в}} = 43,2 \dots 68,85\text{т}$).

Из нескольких имеющихся кривых при одном значении насыпных масс выбрана та, что соответствует меньшему количеству контейнеров в крытом вагоне. Следует отметить, что количество контейнеров различных марок, при одной и той же величине насыпной массы груза может быть одинаковым. Так, для груза с насыпной массой $0,92 \leq \gamma \leq 1,0\text{т/м}^3$, можно использовать не только МКР-1,0С-1,0, но и другие контейнеры: МКР-1,0С-1,5, МКР 1,0 С2-1,0, МКР-1,0-Л4-1,0/1,3 (диаметром 750, 810, 900, 920мм), МКР-1,0-С2-1,0, МКР-1,0 м³ (диаметром 750 и 900мм). При насыпной массе груза $1,21 \leq \gamma \leq 1,5\text{ т/м}^3$, можно использовать МКР-1,0 С-1,5, а также в МКР-1,00-1,5.

В этих случаях, необходимо выбрать оптимальный вариант размещения МКР в крытом вагоне с определением таких габаритных размеров контейнеров в плане, которые обеспечивали бы наилучшее использование грузоподъемности вагона.

Величина недоиспользуемой полезной площади вагона определяется следующим образом:

$$U = l_{\text{ваг}} * b_{\text{ваг}} - k * n * b_{\text{конт}}^2, \quad (5)$$

где $l_{\text{ваг}}$ - внутренняя длина кузова вагона; $b_{\text{ваг}}$ – внутренняя ширина кузова вагона; $b_{\text{конт}}$ – ширина контейнера; k, n - количество рядов контейнеров по длине и ширине вагона соответственно.

Формула (5) позволяет решать задачи выбора схем размещения мягких контейнеров разового использования в крытом вагоне.

Для примера сравним недоиспользование грузоподъемности мягких специализированных контейнеров марок: МКР 1,0-Л4-1,0/1,3 с шириной контейнера 920мм и МКР-1,0м³ с шириной контейнера 900мм. Подставив значения в формулу (5) получаем, что недоиспользование грузоподъемности составляет 1,8м² и 0,18м² соответственно. Соответственно использование второго контейнера более рационально.