

НЕКОТОРЫЕ МЕЛОЧИ РАСЧЕТОВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ



ДЕНИС ГАЛКИН,
 технический директор
 ООО «АМТ-Антикор»,
 инспектор II уровня
 ЦНИИ КМ «Прометей»
 №02/13541-2017
www.amt-antikor.ru



НИКОЛАЙ АБРАМЕНКО,
 ведущий инженер-технолог
 по ЛКП ООО «Невский ССЗ»,
 сертификат FROSIO №5215,
 уровень 3



*«Говорят, что даже такая мелочь,
 как взмах крыла бабочки,
 может стать причиной урагана
 на другом конце света».
 Тибетская мудрость.»*

Мелочь вторая

Продолжаем цикл статей о мелочах расчетов ЛКМ. В первой части мы обратили внимание специалистов на важность такого параметра ЛКМ, как *сухой остаток по объему*, используемый при расчетах различных величин: толщины мокрого и сухого слоев, теоретического и практического расходов, количества ЛКМ. Во второй статье речь пойдет о характерных ошибках при использовании коэффициентов, учитывающих потери ЛКМ.

Итак, потери ЛКМ

Всем понятно, что при выполнении окрасочных работ часть ЛКМ используется не должным образом, т.е. попросту теряется.

Обычно суммарные потери ЛКМ выражаются в процентах от теоретического количества ЛКМ и учитываются в различных расчетах путем введения коэффициентов потерь.

Структура, причины, характер и количественные характеристики потерь различны, но это тема следующих публикаций. Здесь мы поговорим о математических ошибках в расчете практического расхода и количества ЛКМ, поэтому нашим читателям потребуются некоторые теоретические знания в области расчетов ЛКМ и элементарная математическая грамотность.

Пример из практики

В преддверии строительства очередного судна было розослано инженерно-техническое

задание (ИТЗ) на окраску в несколько компаний – производителей ЛКМ.

В ИТЗ, кроме всего прочего, указано, что в расчетах практического количества ЛКМ необходимо учесть потери. Для палуб, наружной обшивки корпуса судна и наружной обшивки надстройки – 30%, для замкнутых помещений со сложным набором (ребра жесткости) – 40%. Эти цифры подтверждены неоднократно практикой работ по нанесению ЛКМ в судостроении.

Вскоре были получены предложения от производителей ЛКМ. Претензий к поставщикам импортных ЛКМ не возникло. Очевидно, что менеджеры придерживались в расчетах единой методики. Трое из четырех российских производителей, к сожалению, допустили ошибку при расчете необходимого количества ЛКМ.

Давайте разберемся, в чем дело, решив небольшую задачу.

Дано. Площадь металлоконструкций судна под окраску – 1000 м². Толщина сухой пленки первого слоя по спецификации – 160 мкм. Сухой остаток ЛКМ по объему – 80%. Суммарные потери материала – 40%.

Определить. Практическое количество ЛКМ, необходимое для окраски металлоконструкции. Потери на шероховатость подложки учтены в суммарных потерях.

Решение.

1. Определим теоретическое количество ЛКМ.

$$\text{Количество теор. (л)} = \frac{S(\text{м}^2) \times \text{ТСП (мкм)}}{V_{\text{осн}}(\%) \times 10} \quad (1)$$

где $V_{\text{осн}}(\%)$ – объемный сухой остаток; ТСП (мкм) – толщина сухой пленки покрытия; $S(\text{м}^2)$ – площадь поверхности под окраску.

Думаем, что оспаривать данную формулу никто не будет.

Определим теоретическое количество ЛКМ для нашего случая.

$$\text{Количество теор. (л)} = \frac{1000 \text{ м}^2 \times 160 \text{ мкм}}{80\% \times 10} = 200 \text{ л.}$$

Внимание!

Можно с уверенностью утверждать, что 40% потерь ЛКМ означает, что теоретическим количеством ЛКМ нужной толщиной можно закрасить только 60% от требуемой площади. В нашем случае это 600 м², поскольку фактически будет использовано для окраски поверхности только 60% от теоретического количества ЛКМ. Остаток краски по различным причинам будет потерян либо использован не должным образом (например, превышение толщины сухой пленки в местах двойного или более перекрытия окрасочным факелом рабочей поверхности).

2. Определим практический расход.

Понятно, что для нашего примера:

$$\begin{aligned} \text{Расход практ.} \left(\frac{\text{л}}{\text{м}^2} \right) &= \\ &= \frac{\text{Количество теор. (л)}}{\text{фактически окрашенная площадь (м}^2\text{)}} \end{aligned}$$



$$\text{Расход практ. (л/м}^2\text{)} = \frac{200}{600} = \frac{1}{3} = 0,333 \text{ л/м}^2.$$

Импортные производители часто пользуются величиной, обратной расходу, чтобы избежать периодических десятичных дробей, как и в нашем случае. Название этой величины переводят как «кроющая способность» или «укривистость». Мы предпочитаем первый вариант, так как понятие «укривистость» определено достаточно четко в некоторых отечественных стандартах, и в данном случае оперировать им не совсем корректно.

Для нашего случая кроющая способность равна: $600/200 = 3 \text{ м}^2/\text{л}$.

Однако вернемся к расчету.

3. Найдем практически необходимое количество ЛКМ для наших условий:

$$\text{Количество практ.} = 1000 \text{ м}^2 \times 0,333 \frac{\text{л}}{\text{м}^2} = 333 \text{ л.}$$

Теперь решим эту же задачу, используя две расчетные методики, которые применяют в РФ.

Расчет по методике №1 используется всеми импортными производителями и некоторыми отечественными, различными институтами по антикоррозии, в том числе норвежским FROSIO.

$$\text{Количество практ.} = \frac{\text{Количество теор.}}{\text{КП1}}$$

Здесь КП1 – суммарный коэффициент потерь.

$$\text{КП1} = \frac{100\% - \text{потери}(\%)}{100\%}$$

Для нашего случая.

$$\text{КП1} = \frac{100-40}{100} = 0,6.$$

Физический смысл КП1 понятен – это доля фактически использованной краски для достижения спецификационной толщины. Для нашего случая: от 100% реально использованная доля равна: $60\%/100\% = 0,6$, так как 40% краски

будут потеряны. По сути, это коэффициент полезного использования ЛКМ.

$$\text{Количество теор. (л)} = \frac{1000 \text{ м}^2 \times 160 \text{ мкм}}{80\% \times 10} = 200 \text{ л.}$$

$$\text{Количество практ.} = \frac{200}{0,6} = 333 \text{ л.}$$

то есть, ссылаясь на приведенные выше рассуждения и расчеты нашей задачи, данная методика верна.

Расчет по методике №2 используется некоторыми отечественными производителями и заказчиками, а также с большим удивлением подобную логику расчетов мы обнаружили в последних лекциях НОАП АЦ «Прометей» по подготовке инспекторов (п. 6.6 конспекта лекций).

$$\text{Количество практ.} = \text{Количество теор.} \times \text{КП2.}$$

Количество теоретическое найдем по формуле 1 (см. выше):

$$\text{КП2} = \frac{100\% + \text{потери}(\%)}{100\%}$$

Для нашего случая.

$$\text{КП2} = \frac{100 + 40}{100} = 1,4.$$

Физический смысл КП2 – это некий коэффициент запаса ЛКМ, который при определенных потерях (в нашем случае 40%) должен обеспечить окраску с необходимой спецификационной толщиной. Вот только формула его определения неверна!

Теперь закончим расчет.

$$\text{Количество теор.} = \frac{1000 \text{ м}^2 \times 160 \text{ мкм}}{80\% \times 10} = 200 \text{ л.}$$

$$\text{Количество практ.} = 200 \times 1,4 = 280 \text{ л.}$$

Таким образом, приняв во внимание все приведенные рассуждения и расчеты нашей



задачи, видим, что данная методика неверна! Разберемся, в чем же дело.

Следуя логике, можно определенно утверждать, что теоретического количества ЛКМ (200 л) хватит для окраски нужной толщиной 60% площади металлоконструкций, т.е. 600 м². Далее в расчете по методике 2 утверждается, что для окраски оставшихся 40% площади (400 м²) потребуется 40% от теоретического количества ЛКМ, т.е. 200 × 0,4 = 80 л. Иными словами, потери при окраске оставшихся 400 м² почему-то в расчет не взяты. Вот и ошибка! Да, нам хватило бы 280 литров для окраски 100% поверхности при условии, что, открасив 600 м² с потерями в 40%, далее мы бы не теряли ЛКМ совсем. Давайте подтвердим наши выводы небольшим расчетом:

Количество ЛКМ на 400 м² теоретическое = расход теор. × 400 м² = 0,2 л/м² × 400 м² = 80 л.

Суммарное количество ЛКМ = количество на 600 м² + количество на 400 м² = 200 л + 80 л = 280 л.

На практике это совсем не так. Потери происходят на протяжении всего цикла окраски!

При анализе двух методик очевидно расхождение в понимании связи потерь, выраженных в процентах, и коэффициента потерь. Отсюда возникают непонятные коэффициенты КП2.

Мы считаем, что всем уважаемым специалистам по антикоррозии и огнезащите нужно раз и навсегда понять одну простую математическую истину: потери ЛКМ в N% не означают, что практически вам понадобится ЛКМ в 1+N/100 раза больше теоретического количества.

Для доказательства наших выводов рассмотрим еще один яркий пример.

Дано. Нужно покрасить металлический лист с двух сторон. Вы получили для окраски теоретическое количество ЛКМ 5 л. По каким-то причинам (штормовой ветер, плохой доступ и пр.) определены потери ЛКМ в 50% от теоре-

тического количества. Сколько литров краски понадобится фактически?

Решение. Давайте разберемся. Потери в 50% означают, что теоретическим количеством ЛКМ нужной толщиной вы окрасите лист только с одной стороны, т.е. 50% площади поверхности. На это будут потрачены все 5 литров теоретического количества ЛКМ. Сколько еще ЛКМ вам потребуется для завершения работы? Ответ очевиден: еще 5 литров. Иными словами, в 2 раза больше, чем теоретическое количество.

Следуя логике методики №1, так и получится.

$$\text{Количество практ.} = \frac{\text{Количество теор.}}{\text{КП1}}$$

$$\text{КП1} = \frac{100 - 50}{100} = 0,5.$$

$$\text{Количество практ.} = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ л.}$$

Следуя логике методики №2, нам понадобится всего в полтора раза больше краски, т.е. 7,5 литров, что неверно.

Учитывая все изложенное, легко понять, что практическое количество ЛКМ при одинаковом проценте потерь, определенное по методике №2, всегда будет меньше фактически необходимого!

И наконец для наиболее подкованных в математике читателей. Давайте проанализируем обе методики с математической точки зрения.

Методика 1.

$$\text{Количество практ.} = \frac{\text{Количество теор.}}{\text{КП1}}$$

$$= \text{Количество теор.} \times 1/\text{КП1}.$$

$$\text{КП1} = \frac{100\% - \text{потери}(\%)}{100\%}.$$

Итак, очевидно, что при стремлении потерь к 100% КП1 будет стремиться к нулю, выражение 1/КП1 – к бесконечности, а следовательно, практическое количество тоже будет стремиться к бесконечности. С точки зрения логики это очевидно. Достижение предельного случая, т.е. потеря 100%, КП1 = 0 невозможно, поскольку при данных условиях событие «окраска металлоконструкции» просто не состоится (мы постоянно будем терять все теоретическое количество краски).

Методика 2.

$$\text{Количество практ.} = \text{Количество теор.} \times \text{КП2}.$$

$$\text{КП2} = \frac{100\% + \text{потери}(\%)}{100\%}.$$

При стремлении потерь к 100% КП2 будет стремиться к двум, а практический расход – к двукратному теоретическому. Продолжая логическую цепочку, можно заключить, что при потерях ЛКМ 100% мы все равно окрасим поверхность! Для этого нам понадобится всего лишь в два раза больше краски, чем теоретически необходимое количество! Фантастика!

Неаккуратный маляр, несущий со склада банку краски и постоянно проливающий ее по дороге, окрасит любую поверхность, если будет постоянно проливать в два раза больше краски, чем теоретически необходимо. Просто техническая революция!

Занижение практического количества ЛКМ приводит к негативным последствиям еще на стадии проектирования объектов в части антикоррозионной и огнезащиты. К ним можно отнести прежде всего недобросовестную конкурентную борьбу среди поставщиков ЛКМ и занижение сметной стоимости строительства.

В процессе же выполнения работ (особенно на больших объектах) подрядные организации могут столкнуться просто с катастрофическими финансовыми потерями, связанными с нехваткой и постоянным «перерасходом» материала. На нашей памяти случались и банкротства.

Для тех, кто все же привык пользоваться методикой расчета №2, рекомендуем правильно определить КП2 для различных процентов потерь. Свяжем КП2 и КП1.

$$\text{КП2} = \frac{1}{\text{КП1}} = \frac{100\%}{100\% - \text{потери}(\%)}$$

Получаем следующую таблицу соответствия.

Фактор потерь	20%	30%	40%	50%
КП1	0,8	0,7	0,6	0,5
КП2	1,25	1,43	1,67	2

Потери более 50% встречаются только при выполнении специфических работ в суровых и экстремальных условиях. Например, окраска на высоте 100 м с помощью аппарата воздушного распыления на открытом воздухе решетчатых настилов при скорости ветра 10 м/с и минимально возможном расстоянии окрасочного сопла пистолета до решеток 1,5 м. Но это уже шутки, хотя бывает и такое.

Выводы

Подводя итог, мы пришли к выводу о необходимости избавления от еще одной неприятной мелочи – неверного определения коэффициента потерь КП2 в зависимости от процента потерь и его использования в расчетах. Для этого мы предлагаем попросту отказаться от расчетов по методике №2, чтобы избежать возможных ошибок.

Полагаем, вам было интересно. Кто-то открыл для себя новую истину, кто-то просто подтвердил свои догадки и предположения. Профессионалы скажут: мы и так это знали. И это отлично! Однако вопрос правильного расчета количества материала в зависимости от процента потерь в России возникает постоянно, начиная с этапа подписания договора. Думаем, что эта статья поможет всем специалистам и участникам рынка поставить жирную точку в этом вопросе.

Третья статья нашего цикла о мелочах расчетов ЛКМ будет посвящена структуре потерь при выполнении окрасочных работ, их особенностях и различных методах расчетов суммарных потерь, используемых в ОСТ, ГОСТ, РД и т.д. ■