

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ

*Стецик Маргарита Владимировна, студент 2-го курса
кафедры «Вакуумная и компрессорная техника»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ковалёнок Н. В., старший преподаватель
кафедры «Математические методы в строительстве»)*

Математика играет важную роль в строительстве, обеспечивает точность, прочность и безопасность создаваемых объектов. В данной статье рассмотрим следующие задачи: расчет необходимого количества машин для строительства автомобильной дороги, подбор обслуживающего персонала, расчет площадей под стоянку, обслуживание и ремонт парка машин, площадей производственно-бытового корпуса, очистных сооружений, противопожарного поста.

В настоящее время дорожное строительство включает возведение многих инженерных сооружений таких как: автомобильные дороги, тоннели, аэродромы, мосты, путепроводы.

Так же дорожное строительство включает множество операций в качестве обязательных составляющих технологического процесса. Туда входят: добыча; переработка; сортировка; перевозка, укладка строительных материалов природного происхождения; очистка территорий от растительности, почвенного слоя; разработка; перемещение, укладка больших объемов нескального и скального грунта, а также изготовление искусственных строительных материалов. Большой объем работ для данных операций выполняется за кратчайший срок с привлечением нужных машин и механизмов.

После того, как выбрали комплекс машин, то необходимо рационально организовать их работу.

Перейдем к расчёту строительства дорог. Для этого примем, что дорога будет 1 категории, ее протяженность составляет 31 км. В течение 2,7 месяцев должно быть завершено строительство дороги. Предположим, что покрытием является асфальтобетон. Земляные работы выполняются бульдозерами. Высоту насыпи примем равную 1,75 м.

Дорога первой категории состоит из двух полос движения. Ширина полос составляет 3,75 м, ширина проезжей части равна 15 м, ширина обочины равна 3,75 м, ширина земляного полотна равна 27,5 м.

Рассмотрим схему дорожного полотна. (Рис. 1).

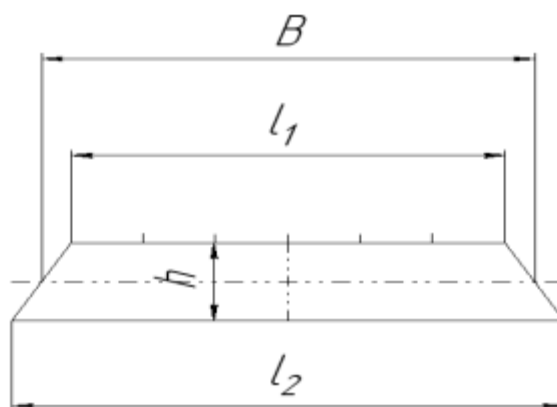


Рисунок 1 – Схема дорожного полотна

Теперь перейдем к определению объема земляных работ. Для этого воспользуемся формулой $V = h \cdot L \cdot B$, где B — средняя ширина дороги; L — протяженность дороги; h — высота насыпи. Вычислим среднюю ширину дороги по формуле $B = (l_1 + l_2)/2$, но для этого нам надо найти значение l_1 и l_2 . l_1 будет равно: $l_1 = 2 \cdot 3,75 + 2 \cdot 3,75 = 15$ м. Чтобы найти l_2 надо воспользоваться формулой $l_2 = l_1 + (2 \cdot h \cdot 3)$ отсюда получим, что $l_2 = 15 + (2 \cdot 1,75 \cdot 3) = 25,5$ м. После того, как мы нашли все нужные значения находим среднюю ширину дороги: $B = \frac{(15+25,5)}{2} = 20,25$ м.

Зная все значения, которые нам нужны найдем объем земляных работ. Он будет равен: $V = h \cdot L \cdot B = 1,75 \cdot 31000 \cdot 20,25 = 1098562,5$ м³.

А сейчас рассчитаем определение количества смен. Предположим, что работы производятся с 15 мая по 5 августа. На этот период при пятидневной рабочей неделе выпадает 60 рабочих дней. Для того, чтобы высчитать сколько смен будет воспользуемся формулой: $K_{см} = K_{д} \cdot 2$, где $K_{д}$ — количество рабочих дней, $K_{см}$ — количество смен. Получим, что количество смен равно: $K_{см} = 60 \cdot 2 = 120$ смен.

Теперь произведем расчеты для определения темпа строительства. Для этого воспользуемся формулой $T = L/K_{см}$, где L — протяженность дороги; $K_{см}$ — количество смен. Подставив все значения получим, что определение темпа строительства равно

$$T = \frac{31000}{120} = 258,33 \text{ м/см.}$$

Перейдем к расчету парка машин для устройства земляного полотна. Для этого высчитаем объем земляных работ, выполняемых в смену и высчитывается по формуле $V_{зр/см} = V/K_{см}$, где V — объем земляных работ, $K_{см}$ — количество смен. Исходя из этого получим, что $V_{зр/см} = \frac{1098562,5}{120} = 9154,7$ м³/см.

При устройстве земляного полотна бульдозерами, вспомогательными машинами являются автогрейдеры и катки. Определим количество бульдозеров

по формуле $N_{\text{бульд.}} = \frac{V_{\text{зр}} \cdot HЗ}{1000}$, где $V_{\text{зр/см}}$ — объем земляных работ, $HЗ$ - нормы затрат машино-смен на 1000 кубометров грунта, для грунтов III категории $HЗ = 1,68$. Подставив все значения получим, что определение количества бульдозеров равно $N_{\text{бульд.}} = \frac{9154,7 \cdot 1,68}{1000} = 15,37$. То есть понадобится 15 штук бульдозеров.

Далее определяем количество автогрейдеров. Для этого воспользуемся формулой $N_{\text{а.гр.}} = \frac{V_{\text{зр}} \cdot HЗ}{1000}$, где $V_{\text{зр/см}}$ — объем земляных работ, $HЗ$ - нормы затрат машино-смен на 1000 кубометров грунта, для грунтов III категории $HЗ = 0,2$. Исходя из этого получим, что $N_{\text{а.гр.}} = \frac{9154,7 \cdot 0,2}{1000} = 1,83$. То есть понадобится 2 штуки.

Теперь определим количество катков по формуле $N_k = \frac{V_{\text{зр}} \cdot HЗ}{1000}$, где $V_{\text{зр/см}}$ — объем земляных работ, $HЗ$ - нормы затрат машино-смен на 1000 кубометров грунта, для грунтов III категории $HЗ=1,39$. Подставив все значения получим, что определение количества катков равно $N_k = \frac{(9154,7 \cdot 1,39)}{1000} = 12,72$. То есть понадобится 13 шт.

Подводя итоги, скажем, что математика — невидимый, но неотъемлемый компонент в процессе строительства. От архитектурных сооружений до дорожных сетей, точные расчеты и геометрические принципы обеспечивают надежность и безопасность создаваемых объектов. Инженеры и архитекторы, используя математику, строят будущее, где прочность сочетается с эстетикой.

Литература:

1. Роль математики в обеспечении прочности сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ufchgu.ru/blog/rol-matematiki-v-obespechenii-prochnosti>. Дата доступа: 11.12.2023.
2. Расчет строительства дороги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/583186/tovarovedenie/raschyot_stroitelstva_dorogi?ysclid=lq1b0q7u8152445181. Дата доступа: 11.12.2023