



Ю. Д. Силуков

Экологическая безопасность на автомобильных дорогах

Екатеринбург
2012

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра транспорта и дорожного строительства

Ю. Д. Силуков

Экологическая безопасность на автомобильных дорогах

Природоохранные требования при проектировании
автомобильных дорог. Экологические проблемы
строительства и эксплуатации автомобильных дорог.
Экология

Методические указания для расчета уровня шума
от дорожно-строительных машин при работе на строительстве
автомобильных дорог и в карьерах
для студентов очной и заочной форм обучения
специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы»
направления 270800.62 и 270800.68 «Строительство»

Екатеринбург
2012

Электронный архив УГЛТУ

Печатается по решению методической комиссии ЛИФ.
Протокол № 1 от 21.09.2011 г.

Рецензент – канд. техн. наук, доцент А. А. Чижов

Редактор К. В. Корнева

Оператор компьютерной верстки Т. В. Упорова

Подписано в печать 31.05.12

Поз. 23

Плоская печать

Формат 60×84 1/16

Тираж 50 экз.

Заказ №

Печ. л. 0,93

Цена 4 руб. 84 коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Содержание

Введение.....	4
1. Расчет шума от бульдозера при зарезании грунта и наборе призмы волочения	5
2. Расчет уровня шума на различном расстоянии от работающего бульдозера	7
3. Расчет уровня шума от экскаватора во время земляных работ ..	8
3.1. Рабочий цикл одноковшового экскаватора.....	9
3.2. Длина пути во время рабочих операций экскаватора	9
3.3. Расчет уровня шума во время работы экскаватора	9
3.4. Расчет уровня шума на различном расстоянии от работающего экскаватора.....	12

Введение

Во время работы дорожно-строительных машин возникает шум, который нарушает привычный уклад жизни и воспринимается как нежелательный фактор.

Длительное действие шума от дорожных машин вызывает у окружающих людей ухудшение слуха, нарушение нервной и сердечно-сосудистой систем.

Работа дорожно-строительных машин и шум от них имеет свои особенности.

Все дорожно-строительные машины оснащены дизельными двигателями, которые работают с большим шумом, чем бензиновые моторы. Принцип дизельного двигателя основан на том, что горючая смесь сжимается в цилиндре поршнем, разогревается и сама вспыхивает в сильно сжатом состоянии при высокой температуре, вызывая большой шум.

Бензиновый двигатель работает с меньшим шумом, так как горючая смесь в его цилиндрах вспыхивает от электрической искры.

Особенно большой шум в пределах 100 дБА создает дорожная техника в нагрузочном режиме, когда двигатель работает на больших оборотах.

Обычно нагрузочный режим на максимальных оборотах возникает у экскаватора при наборе грунта в ковш, а у бульдозера – во время зарезания грунта.

Разработанная ниже методика расчета уровня шума от дорожно-строительных машин позволила установить его величину и безопасное расстояние, при котором сохраняется здоровье людей.

1. Расчет шума от бульдозера при зарезании грунта и наборе призмы волочения

Выполним расчет шума на примере работы бульдозера Б-170, смонтированного на тракторе Т-170 М1.01. Мощность двигателя 120 кВт, глубина резания до 0,3 м, ширина отвала 3,31 м.

Резание грунта и формирование призмы волочения происходит на коротком отрезке пути и за сравнительно короткое время. Для этих условий уровень шума от бульдозера при зарезании грунта можно рассчитывать по следующей формуле:

$$L_{\text{рез}} = L_0 \cdot 12,75 \cdot \lg(l_i/l_0), \quad (1)$$

где $L_{\text{рез}}$ – шум, возникающий при резании грунта бульдозером, дБА;

L_0 – шум в начале выполнения рабочего хода перед зарезанием грунта, когда двигатель работает на холостых оборотах, отвал не опущен, скорость не включена, дБА;

l_i – текущее расстояние до точки, где производится расчет шума (по длине перемещения бульдозера), м;

l_0 – расстояние от контрольной точки по продольной оси до нахождения бульдозера, м, (рис. 1).

$$l_i = l_0 + V_{\text{рх}} t_{\text{рх}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{рх}}$ – скорость рабочего хода бульдозера при зарезании грунта, м/с;

$t_{\text{рх}}$ – время рабочего хода, с;

По технической характеристике бульдозера Б-170 объем призмы волочения равен $4,75 \text{ м}^3$.

Находим длину пути набора призмы волочения грунта:

$$l = q/(h b), \quad (3)$$

где l – длина пути для набора призмы волочения, м;

q – объем призмы волочения грунта, м^3 ;

h – глубина зарезания грунта, м;

b – ширина отвала; м.

$$l = \frac{4,75}{0,3 \cdot 3,31} = 4,79.$$

Время рабочего хода бульдозера при зарезании грунта

$$t_{px} = l/V, \quad (4)$$

где V – скорость бульдозера при зарезании грунта, м/с.

Зарезание грунта бульдозером очень трудоемкая операция, требующая большого тягового усилия, поэтому скорость бульдозера берем минимальной – 0,5 км/ч, или 0,13 м/с.

Тогда по формуле (4), с:

$$t_{px} = \frac{4,79}{0,13} = 36,8.$$

Текущее расстояние до точки, где производится расчет шума [формула (2), м]:

$$l_i = 10,21 + 0,13 \cdot 36,8 = 15.$$

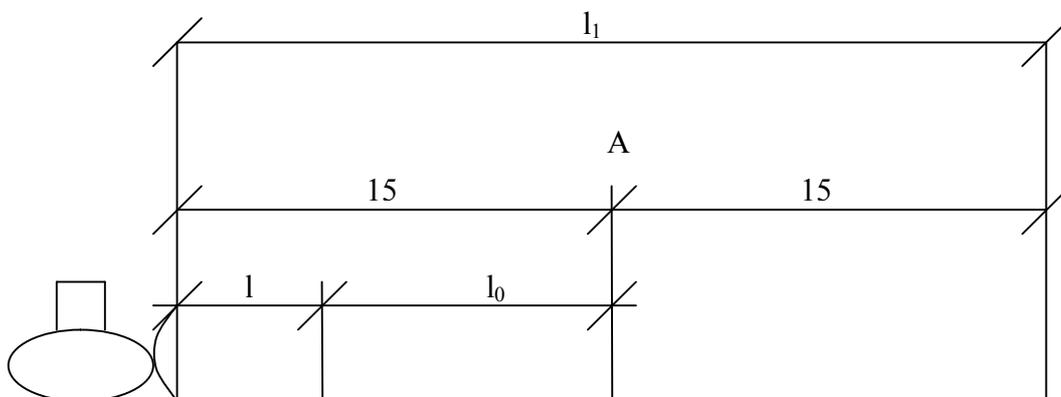


Рис. 1. Расположение бульдозера при зарезании грунта:

l_1 – длина пути перемещения грунта бульдозером, $l_1 = 30$ м (15+15);
 А – контрольная точка; $l_0 = 10,21$ м (15-4,79); l – длина пути зарезания
 грунта $l = 4,79$ м

Шум от бульдозера фиксируем в конце пути зарезания грунта, то есть на расстоянии 4,79 м от начала движения или на расстоянии

10,21 м до контрольной точки. Тогда уровень шума от бульдозера при зарезании грунта [(формула (1))] будет, дБА:

$$L_{рез} = 45 \cdot 12,75 \cdot \lg \frac{15}{10,21} = 92.$$

Уровень шума от бульдозера при работе двигателя на холостых оборотах принят при 650 об/мин (бульдозер стоит на месте).

Во время зарезания грунта, при формировании призмы волочения, двигатель работает в номинальном режиме при максимальном числе оборотов (2100 об/мин), а температура в цилиндрах двигателя достигает 1900 °С. При таком режиме работы двигателя шум от бульдозера будет максимальным и равным в нашем примере 92 дБА. Здесь к шуму двигателя добавляется еще шум при движении грунта по отвалу во время формирования призмы волочения, от трения призмы грунта о дно и края траншеи, лязг гусениц.

2. Расчет уровня шума на различном расстоянии от работающего бульдозера

Величина уровня шума на различном расстоянии от работающего бульдозера имеет большое значение, так как позволяет установить безопасную зону для людей, где шум не будет превышать предельно допустимые значения.

Расчет уровня шума на различном расстоянии от работающего бульдозера предлагается выполнить по следующей формуле:

$$L = L_{рез} - 12,75 \cdot \lg(l_1/l_{min}), \quad (5)$$

где $L_{рез}$ – максимальный шум от бульдозера при зарезании грунта, дБА;

l_1 – расстояние от работающего бульдозера до выбранного объекта, м;

l_{min} – минимальное перемещение бульдозера при расчете уровня шума, принимается 0,1 м.

На расстоянии от бульдозера $l_1 = 30$ м величина уровня шума будет, дБА:

$$L_{30} = 92 - 12,75 \cdot \lg(30/0,1) = 61.$$

На расстоянии $l_1 = 50$ м величина уровня шума, дБА:

$$L_{50} = 92 - 12,75 \cdot \lg(50/0,1) = 58.$$

Полученные величины уровня шума находятся почти в пределах предельно-допустимого, равного 55 дБА.

Во время зарезания грунта при расстоянии от бульдозера 50 м шум для рабочих, находящихся в рабочей зоне, становится практически безопасным.

В то же время шум в кабине машиниста бульдозера имеет высокое значение 92 дБА, что вредно для здоровья. Кабину бульдозера следует оборудовать противошумной защитой в виде шумопоглощающих материалов.

Уровень шума в 92 дБА опасен для человека и может привести к повреждению слуха. Для рабочих, находящихся в рабочей зоне, по ГОСТу 12.1.003-83, допускается шум в пределах 80 дБА при 8-часовом рабочем дне.

Всемирная организация здравоохранения считает, что уровень шума, при котором риск повреждения органов слуха минимален, не должен превышать 75 дБА при 8-часовом рабочем дне.

В нашем случае при зарезании грунта бульдозером уровень шума в 92 дБА превышает все допустимые пределы и требует выполнения мероприятий по защите людей, работающих вблизи бульдозера.

С 1995 г. в России была введена обязательная сертификация всех дорожно-строительных машин, при которой проверяется уровень шума. В случае необходимости принимаются меры по его снижению, что направлено на защиту людей.

Во всех случаях нужно стремиться к тому, чтобы шум от работающей техники, при воздействии на людей не превышал предельно допустимый уровень, равный 55 дБА.

3. Расчет уровня шума от экскаватора во время земляных работ

В виде примера выполним расчет шума от одноковшового экскаватора с прямой лопатой ковша объемом 1 м^3 . На экскаваторе установлен дизельный двигатель мощностью 80 кВт. Экскаватор предназначен для разработки грунта и перемещения его на определенное расстояние для погрузки в транспортные средства или отвалы.

3.1. Рабочий цикл одноковшового экскаватора

Рабочий цикл одноковшового экскаватора включает в себя следующие операции: копание (заполнение ковша грунтом), подъем ковша с заполненным грунтом, поворот платформы (ковша) до места разгрузки, разгрузка ковша, поворот порожнего ковша (платформы) назад и возвращение ковша в забой для начала копания грунта.

3.2. Длина пути во время рабочих операций экскаватора

Перемещение грунта во время наполнения его грунтом (копание), вычисляется по формуле:

$$l_k = \frac{q_3 K}{h b}, \quad (6)$$

где l_k – длина пути для наполнения ковша грунтом, м;

K – коэффициент наполнения ковша, $K = 0,8$;

h – глубина погружения ковша в грунт, м;

b – ширина ковша, м.

Принимаем: $h = 0,25$ м; $b = 1$ м; $q = 1$ м³; $K = 0,8$.

Получим, м:

$$l_k = \frac{1 \cdot 0,8}{0,25 \cdot 1} = 3.$$

Принимаем высоту подъема ковша с грунтом 5 м, тогда после наполнения ковша на 3 м (высоты) его нужно поднять еще на 2 м, а всего на 5 м вверх, а путь груженого ковша (за счет поворота платформы экскаватора) до места разгрузки $l' = 30$ м.

3.3. Расчет уровня шума во время работы экскаватора

Шум создается от работы дизельного двигателя, от копания грунта зубьями ковша при перемещении рукояти, от трения грунта по металлу и от работы механизмов экскаватора.

Наибольший шум экскаватор создает, когда его дизельный двигатель работает в нагруженном режиме при максимальном числе

оборотов во время копания (заполнения ковша грунтом) и подъеме груженого ковша.

Для этих условий уровень шума от экскаватора, при копании грунта и подъеме груженого ковша, можно рассчитать по формуле:

$$L_{kn} = L_x \cdot 12,75 \cdot \lg \frac{l_i}{l_0}, \quad (7)$$

где L_{kn} – уровень шума, возникающий при копании грунта и подъеме груженого ковша, дБА;

L_x – уровень шума при работе двигателя на холостых оборотах перед операцией по копанию грунта, дБА;

l_i – текущее расстояние точки, где производится расчет шума, м;

l_0 – расстояние от контрольной точки до нахождения груженого ковша, м (рис. 2).

Расстояние l_i находится по формуле:

$$L_i = l_0 + h_k + h_n, \quad (8)$$

где h_k – высота подъема ковша при копании (наполнении ковша грунтом);

h_n – высота подъема ковша после наполнения его грунтом от точки «С» до точки «В» (см. рис. 2), м.

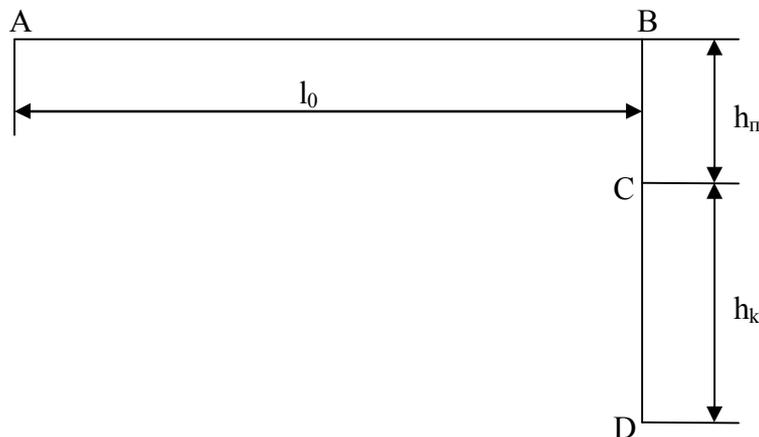


Рис. 2. Схема расположения груженого ковша при копании и подъеме до верхнего положения:

h_k – расстояние подъема ковша при копании грунта от точки D до C; h_n – расстояние подъема груженого ковша после его наполнения грунтом от точки C до B; A – контрольная точка; l_0 – расстояние от контрольной точки до поднятого вверх груженого ковша от точки A до B;

C – точка окончания наполнения ковша

Расчет уровня шума выполняется при копании и подъеме грузе-ного ковша, когда дизельный двигатель экскаватора работает на пол-ную мощность.

Расстояние l_0 принимается в расчетах сравнительно неболь-шим, чтобы получить более достоверную информацию о величии-не уровня шума и при этом не находиться далеко от источника шума.

В первом приближении для расчета условно считается, что наибольший шум распространяется, когда ковш находится в точке В.

Практически шум на окружающее пространство будет распро-страняться при любом расположении ковша во время земляных работ, но с разной интенсивностью.

В нашем примере при расчете уровня шума от экскаватора при-нимаем следующие значения:

$$h_k = 3 \text{ м [формула (6)],}$$
$$h_{\Pi} = 2 \text{ м; } l_0 = 12 \text{ м; } L_x = 45 \text{ дБА.}$$

Вычислим по формуле (8) значение l_i , м:

$$l_i = 12 + 3 + 2 = 17,$$

тогда находим уровень шума от экскаватора при копании грунта (наполнении ковша) и подъеме грузе-ного ковша [формула (7)]:

$$L_{kn} = 45 \cdot 12,75 \cdot \lg \frac{17}{12} = 87,$$

что превышает предельно допустимый уровень, равный 55 дБА. Необходимо тщательно изолировать кабину экскаватора шумопогла-щающим материалом, а рабочим не находиться вблизи работающей машины.

3.4. Расчет уровня шума на различном расстоянии от работающего экскаватора

Значение уровня шума на различной удаленности от работающего экскаватора позволяет устанавливать безопасную зону для людей, где шум не превышает предельно допустимый уровень.

Расчет уровня шума на различном расстоянии от работающего экскаватора L_y выполняем по следующей формуле:

$$L_y = L_{\text{эи}} - 12,75 \cdot \lg \frac{l}{l_{\text{min}}}, \quad (9)$$

где l – расстояние от работающего экскаватора, м;

l_{min} – минимальное перемещение экскаватора при расчете уровня шума, $l_{\text{min}} = 0,1$ м.

На расстоянии $l = 10$ м уровень шума будет, дБА:

$$L_y = 87 - 12,75 \cdot \lg \frac{10}{0,1} = 62.$$

На расстоянии $l = 20$ м, уровень шума, дБА:

$$L_y = 87 - 12,75 \cdot \lg \frac{20}{0,1} = 58.$$

На расстоянии $l = 30$ м, уровень шума, дБА:

$$L_y = 87 - 12,75 \cdot \lg \frac{30}{0,1} = 56.$$

что почти равно предельно-допустимому уровню в 55 дБА.

На расстоянии 30 м уровень шума становится безопасным для людей, находящихся в зоне работающего экскаватора. Желательно выдерживать эту дистанцию, чтобы не нарушать слух рабочих и сохранить их здоровье.

Для наглядности на рисунке 3 показан график снижения уровня шума в зависимости от расстояния до работающего экскаватора.

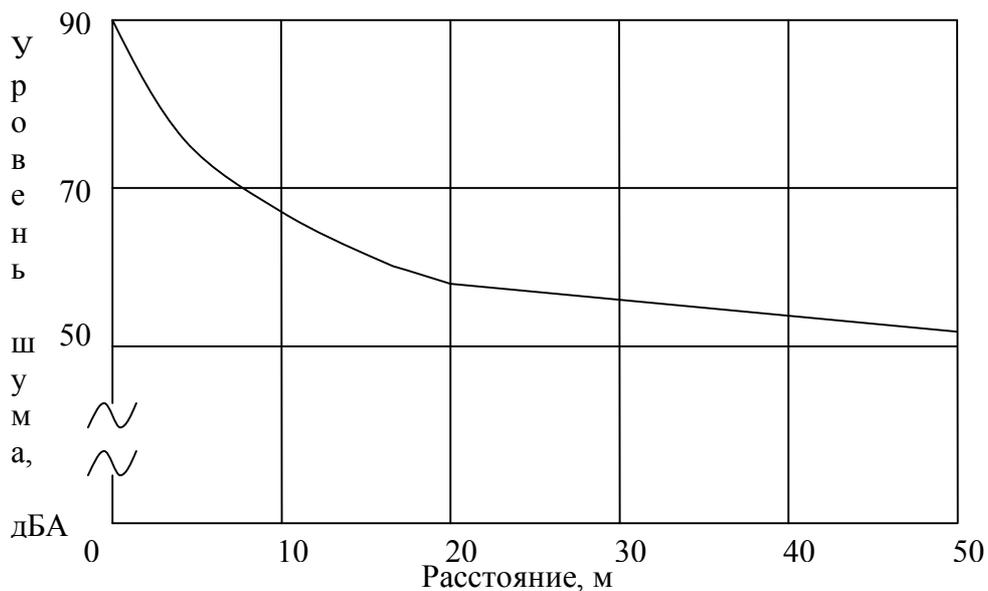


Рис. 3. График снижения уровня шума в зависимости от расстояния до работающего экскаватора

На графике (см. рис. 3) хорошо видно, что по мере удаления от работающего экскаватора на расстоянии 30–50 м уровень шума снижается от 87 дБА до 56–52 дБА, что вполне комфортно для людей, находящихся в рабочей зоне экскаватора*.

* Силуков Ю. Д. Экологическая безопасность на автомобильных дорогах. Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. 205 с.