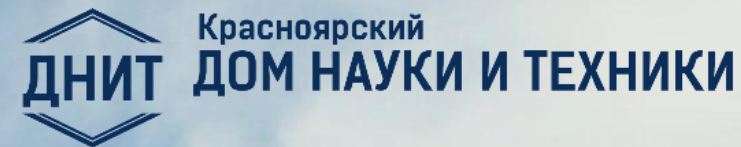


VI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
КРАСНОЯРСК  
18-20 ноября 2021



.....  
**«Современные агротехнологии, экологический инжиниринг  
и устойчивое развитие»**

.....  
**AGRITECH-VI 2021**  
.....

**«К проблеме снижения воздействия на почвогрунт  
при механизации рубок ухода»**

Добрецов Р.Ю., Добрецова С.Б., Соколова В.А., Орловский С.Н.,  
Донин А.Я., Гарбузова Т.Г., Алексеева С.В.

# Актуальность

Избирательность и обычно малый объем работ по валке и вывозке леса при рубках ухода и экономических соображений обычно не подразумевают использования современных харвестеров, предпочтение часто отдается ручным работам.

Спецификой применения гусеничных машин при малом объеме вывозки является отклонение от привычной статистики нагружения двигателя трелевочного трактора в пользу расширения времени, при котором машина фактически обеспечивает самопередвижение (используется термин «холостой ход»).



# Актуальность

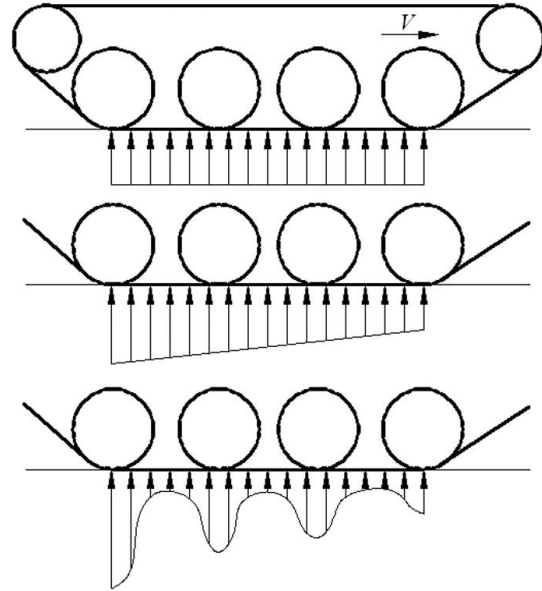


Рис. 1. Форма эпюры нормальных давлений под гусеницей

При проектировании гусеничного движителя конструктор обычно стремится к получению равномерной эпюры давлений. Наличие силы тяги и продольной внешней силы приводят к изменению формы эпюры до трапецевидной.

Очевидно при этом, что по длине опорной поверхности ожидаемы перегрузки – увеличение давления в области расположения опорных катков, снижение до безопасных для грунта значений в области пролетов между ними (рис. 1).

Но разрушающее воздействие на грунт оказывается значительно более ожидаемого: грунт разрыхляется и выносятся из зоны контакта с движителем и при отсутствии буксования.

# Актуальность

- Задачи
- Проанализировать специфику применения гусеничных машин в лесоводстве при плановом проведении рубок ухода
- Выявить причины, в наибольшей степени определяющие разрушающее воздействие гусеничного движителя на грунт при малых значениях удельной тяги.
- Предложить мероприятия, направленные на снижение разрушающего воздействия гусеничного движителя на грунт при проведении плановых рубок ухода.



# Методы решения

При тяговом усилии двигателя менее 0,10...0,12 от веса машины, ее движение осуществляется юзом в пределах 0,45...1,7% в диапазоне скоростей 1...10 м/с.

Выделены три характерных этапа взаимодействия гусеницы с почвогрунтом:

- во время движения машины на опорные катки действует нормальная нагрузка  $N_k$ . В момент совпадения линии действия силы  $N_i$  с центром давления грунтозацепа  $n-1$  звена (второй трак слева, см. рис. 2), звено принимает горизонтальное положение;
- при перекатывании катка вперед линия действия силы  $N_i$  смещается от линии, проходящей через центр давления грунтозацепа, и трак начинает поворачиваться на угол  $\alpha_1$  вокруг контактной линии грунтозацепа. Передняя часть трака  $n-1$  опускается, что вызывает поворот трака  $n$  (третий слева трак, см. рис. 2) вокруг грунтозацепа, который смещается вперед;
- при дальнейшем качении катка по наклоненной вверх беговой дорожке происходит поворот трака  $n$  вокруг полюса поворота и возникает сила  $P_{тн}$ , которая тянет за собой траки, расположенные за траком  $n$ .

# Методы решения

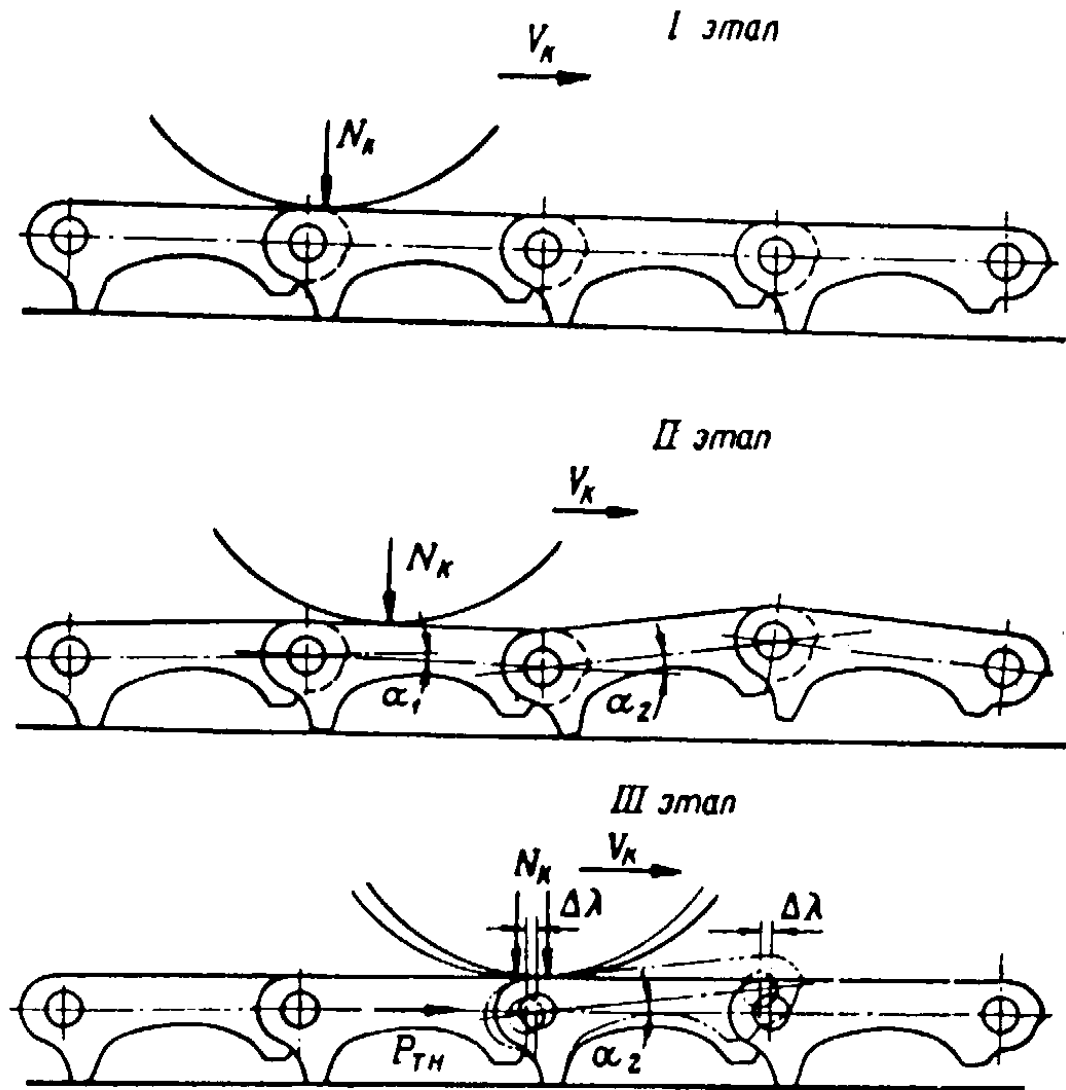


Рис. 2. Характерные этапы перекатывания опорного катка по гусенице

# Методы решения

Накопленное смещение:

$$\lambda = k \cdot \frac{L^2 \cdot h^2 \cdot n}{l^2 \cdot d},$$

где  $\lambda$  – относительное положительное смещение машины (величина положительного смещения, отнесенная к длине опорной поверхности  $L$ ; для рассматриваемого примера  $L=3,25$  м);  $k \approx 0,035$  – коэффициент;  $h=0,024$  м – расстояние от оси шарнира до контактной поверхности гусеницы с грунтом;  $n=6$  – число опорных катков на борт;  $l=0,109$  м – шаг гусеницы;  $d=0,61$  м – принятый диаметр опорного катка. Величина плеча опрокидывающей силы в явном виде не входит в расчетную формулу и ее влияние (как и некоторых других факторов) учитывается с помощью коэффициента  $k$ . Для рассматриваемого примера получено значение  $\lambda=0,192$ . Этому соответствует увеличение фактического пути на 192 м на каждые 1000 м пути. При скорости движения 3 м/с и массе машины 8 т на бетоне мощность дополнительного сопротивления качению составит не менее 16...18 кВт. Энергия, затрачиваемая на преодоление этого дополнительного сопротивления, фактически расходуется на разрушение, уплотнение, вынос грунта.

# Методы решения

Для борьбы с эффектом на тракторах можно применять:

- бесшарнирные (ленточные) гусеницы (недостатки – высокая стоимость, малый ресурс и угроза повреждения при эксплуатации, низкая ремонтпригодность в полевых условиях, большое предварительное натяжение, снижающее ресурс ходовой части);
- пневматические многополостные (по сравнению с ленточными гусеницами увеличивается масса комплекта, высота трака, но повышается надежность, поскольку повреждение отдельных подушек на траках не означает выхода из строя гусеницы в целом; замена звеньев возможна в полевых условиях).
- звенчатая гусеница со «стабилизированными» траками (разнесение грунтозацепов на края опорной поверхности, минимизация перепадов высот беговой, снижение общей высоты гусеницы).



## Результаты, внедрение

Ожидается, что меры по стабилизации траков гусеничной цепи снизят разрушающее воздействие на почвогрунт именно при самопередвижении (холостом ходе) трактора, достаточно характерном при эксплуатации техники при проведении плановых рубок ухода. При этом позитивный эффект будет проявляться на грунтах различных типов.

Дополнительным преимуществом представляется снижение сопротивления движению машины, что приведет и к снижению расхода топлива.

Для ходовых систем с обрешиненными опорными катками ожидается повышение ресурса массивных шин катков.

Выявленные закономерности целесообразно учитывать при проектировании гусениц для лесной и сельскохозяйственной техники.

# Выводы

- Наиболее простым способом модернизации гусеницы с целью снижения пиков нормальной реакции на опорной поверхности представляется вынос грунтозацепов на края трака (по крайней мере – за ось шарнира) в сочетании с обеспечением перекрытия зазора между смежными траками.
- Предлагаемая модернизация потребует внесения изменений только в конструкцию траков.
- Представляется возможным сохранить технологическую базу, используемую сейчас при производстве гусеничных цепей для находящихся в эксплуатации тракторов.
- Для увеличения ходимости гусеницы следует рассмотреть вопрос о применении траков с резинометаллическим шарниром.

# Контакты

Добрецов Р.Ю.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Высшая школа транспорта

E-mail: [dr-idpo@yandex.ru](mailto:dr-idpo@yandex.ru)

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
КРАСНОЯРСК  
18-20 ноября 2021

**«Современные агротехнологии,  
экологический инжиниринг  
и устойчивое развитие»  
AGRITECH-VI 2021**