

и зависит от производительности выгрузного шнека, конструктивных и технологических параметров базовой машины.

Таким образом, оснащение фермы КРС модулем по приготовлению концентрированных органических удобрений и широкая производственная проверка машин и оборудования для производства и применения КОУ в хозяйствах Ростовской области и Краснодарского края позволяют рекомендовать их для внедрения в типовых севооборотах ЮФО и других регионов, что положительно скажется на плодородии почв и получении дополнительных объемов выращиваемых сельскохозяй-

ственных культур с учетом агроэкономических и экологических требований.

Список литературы

1. Модульная ферма с низкзатратной экологически чистой технологией производства молока: монография / Э.И. Липкович, А.М. Бондаренко, И.Н. Краснов [и др.]. — Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. — 192 с.

2. Бондаренко А.М., Забродин В.П., Курочкин В.Н. Механизация процессов переработки навоза животноводческих предприятий в высококачественные органические удобрения: монография. — Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. — 184 с.

УДК 656.137

М.В. Канделя, канд. техн. наук

Дальневосточный государственный аграрный университет

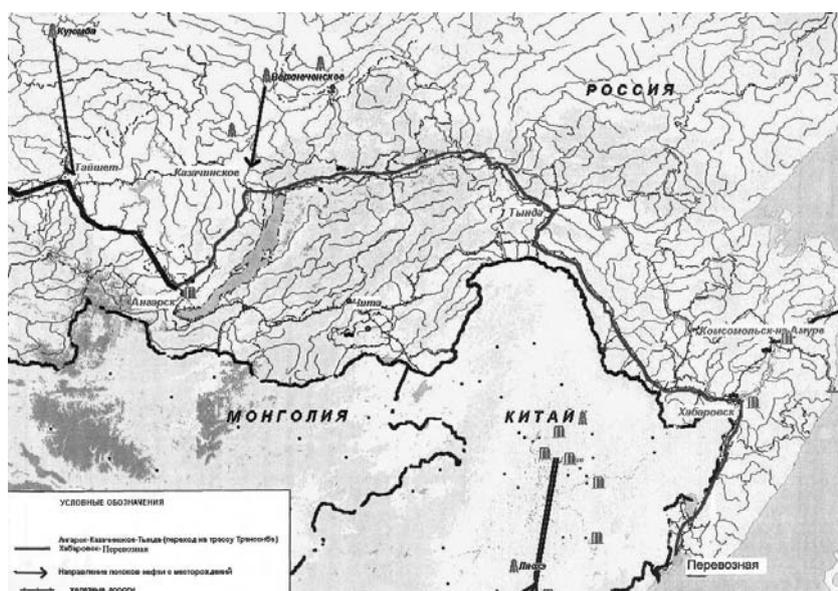
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИН ВЫСОКОЙ ПРОХОДИМОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕГАЗОПРОВОДА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

В настоящее время наблюдается активизация производственно-хозяйственной деятельности на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока. Анализ ресурсной базы по содержанию полезных ископаемых и особенно нефти показывает, что выявленные и в значительной мере разведанные месторождения в состоянии удовлетворить внутренние потребности региона и обеспечить крупные поставки углеводородного сырья на Азиатско-Ти-

хоокеанский рынок. Технологическое решение использования нефтеприродных ресурсов осуществляется путем строительства нефтепровода (рисунок). Его протяженность по территории Дальнего Востока составляет: Читинская обл. — 300,8 км, Амурская обл. — 1402,8 км, ЕАО — 328,1 км, Хабаровский край — 245,8 км, Приморский край — 545,2 км.

Техническое решение этой масштабной стройки очень многогранно. Строительство нефтепровода, его эксплуатация и выполнение комплекса природоохранных мероприятий по защите окружающей природной среды, обеспечивающей исключение или максимальное снижение возможного негативного воздействия, потребуют привлечения многочисленной мобильной техники. Ведущая роль принадлежит автомобильному транспорту, в том числе и транспорту высокой проходимости.

Формирование сети автомобильных дорог на Дальнем Востоке определяется исторически сложившимся территориальным размещением производства и населения. Наиболее благоприятные климатические и природные условия южной и юго-восточных частей Читинской, Амурской,



Маршрут транспортировки Российской нефти в страны Азиатско-Тихоокеанского региона (конечная точка — Перевозная)

Еврейской автономной областей способствовали более активному экономическому развитию и транспортному освоению. По Дальнему Востоку проходит автомобильная дорога «Амур» от Читы до Хабаровска, которая большей своей частью прилегает к будущей трассе нефтепровода. Она проходит от 300 м до нескольких километров от Транссибирской железнодорожной магистрали и является основой транспортной сети, используемой при строительстве и эксплуатации нефтепровода.

Транспортная сеть района нефтепровода в настоящее время по параметрам и техническому состоянию большинства наиболее грузонапряженных автомобильных дорог Дальнего Востока не соответствует сложившимся размерам транспортных потоков. Ухудшение экологической обстановки, высокий уровень аварийности и другие факторы не позволяют достигнуть современного уровня доставки грузов и пассажиров в регионе. Все это настоятельно требует неотложных мер по совершенствованию и развитию автомобильных дорог. Дефицит финансовых средств не позволяет в короткие сроки исправить данную ситуацию.

Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием на 1 тыс. км² территории Дальневосточного федерального округа составляет 5,3 км, что является очень низким показателем. В частности, Еврейская автономная область, имея более выгодное географическое положение в регионе, по плотности дорог в Дальневосточном федеральном округе занимает первое место и имеет самые высокие показатели — 53,1 км. В целом в зоне тяготения к трассе нефтепровода дороги находятся в удовлетворительном состоянии, что способствует активному экономическому развитию и транспортному освоению.

Потребуется строительство и новой транспортной сети вдоль трассы нефтепровода. Однако и строительство, и содержание автомобильных дорог, особенно в специфических условиях на Дальнем Востоке (частые ливневые дожди, паводки и подъем воды в реках от таяния снега и сброса на гидростанциях и т. п.), зачастую является большой народно-хозяйственной проблемой. В этих условиях использование высокопроходимой техники является и актуальным, и экономически целесообразным.

Мировой и отечественный опыт позволяет создавать большой парк транспортных средств для обеспечения проходимости мобильных машин. Однако и на Дальнем востоке России имеется необходимая база и все условия для оснащения гусеничными ходовыми системами комплекса мобильных машин, удовлетворяющих экстремальной, агротехнической и экологической проходимости. Бывший завод «Дальсельмаш» — ныне ПО ЗАО «Дальсельмаш», в творческом сотрудничестве с ДальГАУ

и ДальНИПТИМЭСХ, имеет многолетний опыт в разработке и использовании машин высокой проходимости в сложных условиях сельскохозяйственных работ и для обеспечения технологических процессов в условиях бездорожья.

Уже более 40 лет выпускаются и модернизируются гусеничные ходовые системы для специфических условий Дальнего Востока. На сегодняшний день есть реальная возможность существенно улучшить технико-эксплуатационные качества региональных гусеничных машин, повысить их надежность, проходимость и экосовместимость [1]. Это очень важная народнохозяйственная задача, так как по критерию максимально допустимого давления на почву [2] ни одно серийное энергетическое средство не отвечает требованиям экологически безопасного воздействия на почву. Жесткий контакт с дорогой порождает проблему улучшения эргономики (условий труда) и асфальтоходности.

Исследования гусеничного движителя в условиях Дальнего Востока показывают, что металлические гусеницы, обладая высокой проходимостью, оказывают вредное воздействие на почву: разрушают структуру, уплотняют плодородный слой, нарушают агрофизические процессы и экологию. Особенно отрицательное воздействие ходовых систем на почву проявляется в зонах, подверженных переувлажнению.

Сегодня вопросы охраны окружающей среды и в том числе сохранения плодородия почвы приобретают важное народно-хозяйственное значение. Верхний растительный покров является ценным, но медленно возобновляющимся природным ресурсом. В результате передвижения транспортных средств верхний растительный покров подвергается деструкции. То же происходит при проходе тяжелой техники по дну рек, ручьев и водоемов. Последнее влечет за собой увеличение мутности воды, вынос мелких взвесей и заиливанию участков водотоков на большое расстояние (до 1000 м). При этом уничтожаются биотопы бентических организмов, основного питания рыб, нарушается сложившаяся экосистема и соответственно продуктивность. В том числе воздействие ходовых систем вне дорог уничтожает редкие виды растений и деревьев.

Перспективным направлением совершенствования гусеничной ходовой системы является использование резиноармированных гусениц [3], получивших широкое распространение в конструкциях гусеничных машин за рубежом. В настоящее время крупнейшие тракторные и комбайновые фирмы: «Джон Дир», «Катерпиллер», «Клаас», «Кейс», «Нью-Холланд» и другие ведут опытные разработки и серийный выпуск тракторов и комбайнов на резиноармированных гусеницах, что позволяет в сравнении с традиционной для западных стран колесной техникой снизить вредное воздей-

стве на почву и улучшить тягово-сцепные свойства машин. Для России, и в частности для Дальнего Востока, использование резиноармированных гусениц имеет особое значение, так как отечественная промышленность в течение многих лет выпускает тракторы и комбайны на металлических гусеницах.

Поисковые исследования уборочно-транспортных машин высокой проходимости на резиноармированных гусеницах конструкции и производства японской фирмы «Бриджстоун» (Bridgestone) [3, 4] выявили их значительные преимущества перед металлогусеничным двигателем, особенно в плане их экологического соответствия и повышения надежности гусеничной ходовой системы и машины в целом. По результатам исследований ресурс до предельного состояния резиноармированных гусениц в сравнении с серийными возрос в 4,5 раза (20 000 км у резиноармированной гусеницы, 4500 км у металлической). Только после пробега 20 000 км наблюдались трещины и изломы на беговых дорожках резиноармированных гусениц в местах размещения металлических закладных элементов.

С целью оценки влияния воздействия на почву типа и параметров гусеничных ходовых систем были проведены расчеты по ГОСТ 26953–86, ГОСТ 26955–86 и по методике НАТИ. Максимальное давление на почву гусеничного движителя определялось по формуле

$$q_{\max} = \xi K q_{\text{ср}}, \quad (1)$$

где ξ — средний коэффициент неравномерности распределения давления; K — коэффициент, зависящий от величины тяговой нагрузки; $q_{\text{ср}}$ — среднее давление гусеничного движителя на почву.

Сущность метода НПО НАТИ заключается в определении расчетного показателя уплотняющего воздействия ходовой системы на почву. Критерием для оценки уплотняющего воздействия рассматривается изменение плотности почвы при образовании следа в процессе прохода гусеничной машины по полю. Плотность почвы в следе движителя

$$\rho_{\text{сл}} = \rho_0 \alpha U, \quad (2)$$

где ρ_0 — плотность почвы на контрольном участке ($\rho_0 = 1,17$); α — динамический коэффициент для напряжения σ_z .

Таким образом,

$$\alpha = \frac{\rho_0 (1 - v^2)}{E_0 H}, \quad (3)$$

где U — показатель уплотняющего воздействия ходовой системы на почву; v — коэффициент бокового расширения; E_0 — модуль общей деформации почвы; H — глубина распространения деформации.

Показатель уплотняющего воздействия [2] рассчитывается по формуле

$$U = \omega b q_{\max}, \quad (4)$$

где ω — коэффициент, зависящий от размеров и формы опорной поверхности движителя; b — ширина движителя.

Максимальное давление определяется по выражению

$$q_{\max} = q_{\max_c} A, \quad (5)$$

где A — коэффициент пропорциональности.

Его величина

$$A = \frac{m_n}{M_э} + \frac{(1 - m_n)}{M_э} \alpha_t, \quad (6)$$

где m_n — масса неподдресорных частей; $M_э$ — эксплуатационная масса машины; α_t — динамический коэффициент для максимального давления.

Результаты испытаний и расчетов по оценке воздействия на почву разных ходовых систем приведены в таблице.

Приведены линии влияния напряжений на глубине 0,2 м под движителями с различными ходовыми системами. Анализ результатов воздействия на почву показывает следующее.

По степени увеличения воздействия на почву (от меньшего к большему) испытывавшиеся объ-

Результаты испытаний и расчетов по оценке воздействия на почву разных ходовых систем

Обозначение объектов испытания	№	Напряжение, кПа Показатели воздействия на почву								Показатели уплотнения почвы в следах движителей				
		Эксп. на глуб. 0,2 м $\sigma_{0,2}$	Расчет по ГОСТ 26954–86 Глубина 0,5		Расчет по ГОСТ 26953–86 по методике НАТИ						Плотность в слое 1/см 0...10	Твердость почвы 10...20	Твердость почвы $C_{уд}$	Максимальная глубина следа, см
			$\sigma_{0,5}$	ξ , кПа	\bar{q}_r , кПа	q_r , кПа	ω	q_{\max} , кПа	U , кН/м					
КСП-01	N1	П4.0	25,3	3,06	39,9	122,0	1,73	170,0	182,0	1,400	1,464	15,3	5,7	
КСП-80	N2	192,0	30,8	4,12	48,5	200,0	1,73	206,0	221,0	1,422	1,500	16,7	6,2	
ТГР-3	N3	90,0	29,1	2,76	44,4	123,0	1,72	120,0	133,0	1,340	1,412	13,0	5,0	
ТГР-4	N4	60,0	29,8	1,85	45,9	84,9	1,76	64,0	73,1	1,29	1,37	12,0	3,5	
ДТ-75	N5	172,0	21,5	2,94	57,8	170,0	1,73	210,0	142,0	1,365	1,42	14,2	6,3	

екты располагаются в следующей последовательности:

ТГР-4 < ТГР-3 < ДТ-75 < КСП-01 < КСП-80.

Установка РАГ (Вар. № 3, ТГР-3) приводит к существенному (30 %) снижению уплотняющего воздействия его на почву.

Применение торсионно-балансирной подвески С РАГ ТГР-4 приводит к снижению воздействия на почву в 2,5 раза.

Воздействие на почву ТГР-4 ($U = 73,1$ кН/м) находится ниже безопасного для почвы предела ($U = 75$ кН/м).

При этом под РАГ напряжения в почве на глубине 0,2 м самые низкие, а уплотнение почвы в следах и глубина следа меньше, чем в следах трактора ДТ-75, имеющего в 2,5 раза меньшую массу и одного из наиболее «легких» по воздействию на почву среди с.-х. тракторов.

Установка резиноармированной гусеницы на серийную ходовую систему приводит к снижению максимального давления и уплотняющего воздействия на почву. Несмотря на некоторое увеличение массы, коэффициент неравномерности распределения давления движителя с резиноармированной гусеницей в 1,72...2,02 раза ниже, чем серийного. При этом улучшается эргономика машин, обеспечивается асфальтоходность и снижается техногенное воздействие на почву до экологически безопасного уровня.

Сотрудниками ПО ЗАО «Дальсельмаш» разработана конструкция гусеничного движителя нового поколения, которая обеспечит надежную работу уборочно-транспортных машин, серийно выпускаемых для дальневосточного региона и вновь разрабатываемых на основе резиноармированных гусениц.

Ходовые системы с резиноармированными гусеницами на базе УЭС-РГ могут быть использованы для навески технологического оборудования,

дорожно-строительной техники, машин для геологоразведки, работающих в труднопроходимых болотистых местах, машин для укладки нефтетрубопроводов и бытовых передвижных модулей.

По результатам испытаний, кроме отмеченных преимуществ, гусеничные ходовые системы с РАГ позволяют обеспечить:

1) повышение физической и экологической проходимости на почвах с низкой несущей способностью;

2) сохранение дорог и обеспечение асфальтоходности;

3) уменьшение вибронгруженности и шума, что обеспечивает увеличение срока службы узлов ходовой системы и агрегатов машины, улучшает условия труда механизатора;

4) снижение трудоемкости технического обслуживания ходовой системы и обеспечение ресурса ходовых систем для мобильных машин не менее 12 лет.

Применение ходовых систем с резиноармированными гусеницами в различных мобильных машинах позволяет реализовать принципы ресурсосбережения и экологически допустимого воздействия на почву и повысить их экономический эффект.

Список литературы

1. Ксеневиц И.П. Внедорожные тягово-транспортные системы: проблемы защиты окружающей среды // Тракторы и сельхозмашины. — 1996. — № 6. — С. 18–22.
2. Ксеневиц И.П., Скотников В.А., Ляско М.Н. Ходовые системы — почва — урожай. — М.: Агропромиздат, 1985. — 304 с.
3. Канделя М.В. Исследование и обоснование технического уровня различных типов гусеничных ходовых систем уборочно-транспортных машин: дис. ... канд. техн. наук. — Биробиджан, 1997. — 162 с.
4. Разработка движителя с резиноармированными гусеницами / А.М. Емельянов, М.В. Канделя, А.В. Липкань [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. — 2001. — № 2. — С. 14–16.

УДК 621.43

*В.А. Коченов, канд. техн. наук
И.И. Черемохина*

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия

ОЦЕНКА РАВНОСТОЙКОСТИ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ СКОЛЬЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Обеспечение равностойкости узлов скольжения является актуальной задачей проектирования, производства и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Сложность пробле-

мы обусловлена многофакторностью прочности и износостойкости, а также изменением свойств деталей в процессе эксплуатации. Эмпирические методы и в настоящее время занимают важное ме-