

РАЗМЫСЛОВИЧ И. Р., ЛАДУТЬКО С. Н.,
кандидаты технических наук

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БИТЕРОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Прутково-барабанный битер является активным рабочим органом, который может не только разрушать почвенные комки, но и интенсивно просеивать почву. Теоретические исследования, проведенные нами ранее [1, 2], позволили обосновать параметры и режимы работы его. Для проверки правильности теоретических исследований были проведены экспериментальные лабораторные и полевые исследования этих битеров. При исследованиях применялись скоростная киносъемка и тензометрирование.

Лабораторные исследования были проведены на специальной установке (рис. 1), представляющей однорядный картофелекопатель 1, установленный в почвенном канале. Привод рабочих органов осуществляется через коробку передач 2 от электродвигателя 3 мощностью 4,5 кВт и 1440 об/мин. Подача массы на элеватор производилась при помощи ленточного транспортера 6 длиной 6 м и шириной ленты 0,45 м.

Для исследований были изготовлены два прутковые бitera диаметром 400 мм (по центрам наружных прутков). Один из этих битеров 4 имел прозрачные диски из органического стекла, что позволило произвести киносъемку процесса работы бitera. На втором битере диаметром 400 мм можно было установить прутки или обрешиненные деревянные лопасти. Исследование прутковых битеров произведено в сравнении с лопастным битером производственного картофелекопателя КТП-2. Скорость битеров по наружным диаметрам лопастей и прутков была в пределах 2,02 - 2,85 м/сек.

Съемка процесса работы картофелекопателя производилась с расстояния 4—6 м от объекта. Проявленные киноленты просматривались при проектировании их на экран кинопроекторным аппаратом КПП-2. Замедление на экране было примерно десятикратным. Для определения траектории отражаемых от бitera частиц применялась покадровая расшифровка фильма с использованием фотоувеличителя «Ленинград». Кадры проектировались на бумагу с увеличением 0,20 против натуральных размеров клеток сетки экрана установки. На бумаге очерчивались контуры избранных частиц, а также сетка экра-

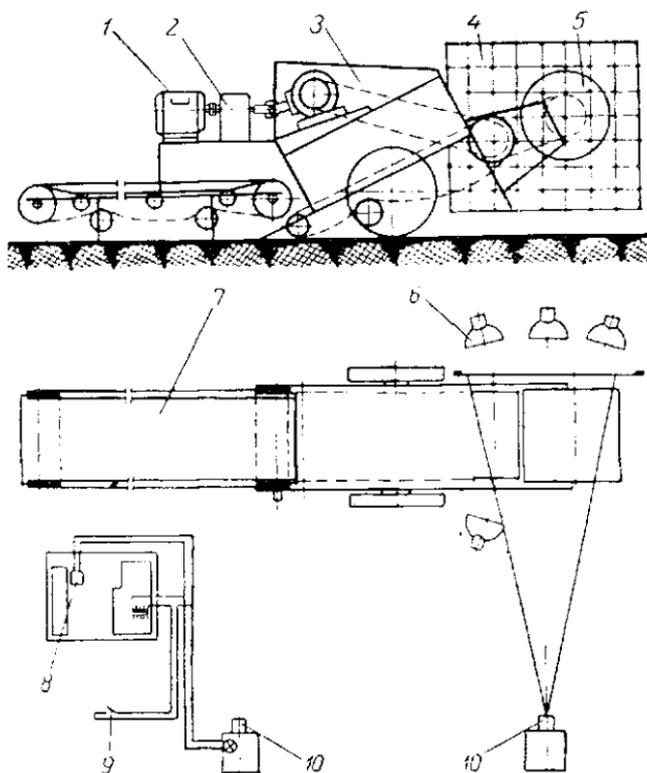


Рис. 1. Лабораторная установка для исследования битера.

на, оставшегося неподвижным за время съемки. Спроектировав ряд последовательных кадров, определялась траектория частицы. Используя показания отметчика времени, вычислялась скорость вращения исследуемого битера. В результате просмотра фильма можно изучить характер движения отдельных частиц при встрече их с битером, а также просеивания мелкой почвы через просветы между прутками.

При повышенном содержании камней и недостаточном подпоре почвы к битеру наблюдается отбивание камней на подающий элеватор. Как только увеличивалась подача почвы к битеру, это явление исчезало.

При покадровой расшифровке снятых кинолент, а также при просмотре их на киноэкране, замечено, что при наличии почвы прутки битера воздействуют на клубни картофеля не непосредственно, а только через слой почвы, движущейся перед прутком. При этом прутковый битер активно сепарирует мелкую почву.

Скоростная киносъемка позволила подтвердить положения, разработанные нами ранее о соударении прутка бitera с частицей подаваемого пласта. Отбивание частиц на элеватор наблюдается только в том случае, если линия удара проходит ниже центра тяжести частиц (относительно центра бitera).

Для сравнения произведена скоростная киносъемка работы бitera, у которого прутки заменены деревянными лопастями. Как показывают результаты киносъемки, указанный бiter способен только перебрасывать подаваемый к нему пласт. Он не просеивает почву и, значит, не является сепарирующим. Подобное явление наблюдается и при работе бitera машины КТП-2.

Таким образом, из проведенных исследований можно сделать вывод, что прутковый бiter является не только эффективным органом, разрушающим почвенный пласт, но и активным сепаратором. Битеры же с деревянными лопастями сепарирующим свойством не обладают.

Крутящий момент на валу бitera определялся при помощи тензометрирования. В результате установлено, что максимальная мощность для привода пруткового бitera диаметром 400 мм и длиной 600 мм (для однорядной машины) при подаче массы 30 кг/сек составляет 0,383 квт, на холостой ход расходуется около 0,04 квт. Мощность, требуемая для привода лопастного бitera диаметром 262 мм и длиной 600 мм (по типу копателя КПТ-2) составляет около 0,19 квт. Пиковая нагрузка у этого бitera значительно ниже, чем у бitera диаметром 400 мм. Если у последнего бitera максимальный крутящий момент составил 15,7 кгсм, то у лопастного бitera он был только 2,67 кгсм.

Определение сепарирующей способности прутково-барабанного бitera в зависимости от влажности почвы проводилось в почвенном канале совместно с тензометрированием и скоростной киносъемкой. Почва подавалась в установку с помощью ленточного транспортера. Прутковый элеватор в этих опытах использовался только как транспортер. Сходы с бitera собирались на брезент и взвешивались.

На рис. 2 показана зависимость просеивания n от влажности почвы W для прутково-барабанного бitera 1 диаметром 400 мм с окружной скоростью 2,35 м/сек и с десятью прутковыми лопастями, а также сепарирующего элеватора 2 с машины КТН-2М с длиной элеватора 970 мм. Рабочее полотно работало без встряхивания. Подача массы составляла около 30 кг/сек.

Из графика видно, что при изменении влажности почвы с 7,75 до 13,0% сепарирующая способность как бitera, так и элеватора почти не изменяется и составляет соответственно около 85 и 87%. Увеличив же влажность почвы до 24,4%, замечаем, что как бiter, так и элеватор резко снижают работоспособность. Сепарирующая способность бitera составляет около 37%, а элеватора — 55%.

Эти исследования показывают высокую эффективность битера, как сепаратора, приближающегося в работоспособности к одному из лучших сепараторов почвы.

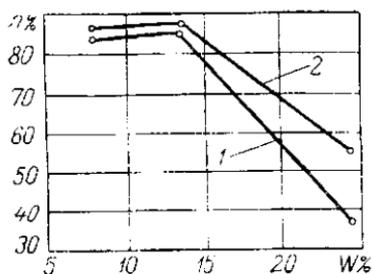


Рис. 2. График зависимости просевания (п%) почвы от ее влажности (W%).

лист с тем, чтобы весь пласт почвы, поступающий на элеватор, подавался им к битеру.

Прутковый-баранный битер имеет конструкцию, позволяющую изменять его диаметр и расположение прутков, а также положение барабана по высоте относительно элеватора. Перестановкой колес по высоте достигается изменение угла наклона

Нами были проведены также исследования битеров в полевых условиях. Установка, на которой были проведены опыты, представляет однорядный картофелескопатель, навешиваемый на трактор типа МТЗ (рис. 3). Она состоит из лемеха 1, коробки передач 2, битера 3, элеватора 4, барабана с полотном 5, опорных колес 6.

Лемех плоский по типу копателя КТН-2М. Элеватор имеет длину около 800 мм. В отдельных опытах под рабочую ветвь элеватора подкладывался жестяный

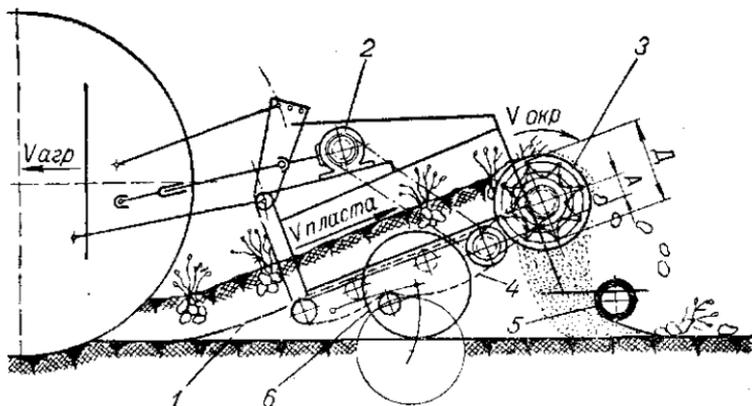


Рис. 3. Полевая установка для исследования битеров.

установки. Сменой звездочек производится изменение скорости элеватора и числа оборотов битера. При изменении диаметра битера вал элеватора со звездочками переставляется так, чтобы сохранить постоянный зазор (30—35 мм) между элеватором и битером.

Производились исследования прутково-барабанных битеров с диаметром по центрам наружных прутков 300, 400, 500 и 600 мм. Внутренние прутки устанавливались так, чтобы получились ячейки глубиной 80—100 мм. Зазоры между прутками составляли 30—35 мм. Кроме того, исследовался штифтовый бите́р диаметром по кромкам штифтов 400 мм и 8 лопастями, бите́р машины КТП-2 и бите́р диаметром 400 мм с 10 деревянными лопастями тоже по типу бите́ра копателя КТП-2.

В дисках прутковых битеров просверлены отверстия для изменения шага лопастей и, следовательно, числа их. Таким образом, бите́р диаметром 400 мм мог иметь 10; 8 и 6 прутковых лопастей; бите́р диаметром 500 мм — 12; 10; 8 лопастей.

Высота бите́ра относительно ведущего вала элеватора изменялась ступенчато с шагом 30 мм. Испытывались битеры с круглыми наружными прутками диаметром в 16 мм и с такими же прутками, но приваренными к ним уголками 20×20 мм.

Исследования битеров производились в сравнении с сепарирующим элеватором установки (длиной 800 мм), а также с копателем КТН-2М.

При исследованиях сходы с бите́ра или элеватора поступали на полотно. Сходы сортировались по размерам свыше 75, 75—50, 50—30 мм и мелкую почву. Учитывалось также наличие сорняков и камней.

В результате экспериментальных исследований построены графики. На рис. 4 показана зависимость просеивающей способности битеров от их окружной скорости при закрытом элеваторе, когда под его верхнюю ветвь подводился металлический лист.

В опытах влажность легкой суглинистой почвы составляла 4,62—10,06%. Скорость элеватора 1,67 м/сек. Вал бите́ра был на одной высоте с ведущим валом элеватора. Скорость агрегата — 0,78 м/сек. Глубина хода лемеха — 14—16 см.

Как видно из графика (рис. 4), бите́р диаметром 300 мм (кривая 1) с 8 лопастями имеет наибольший процент просеивания (78%) при скорости 1,8—2,0 м/сек. С повышением скорости просеивающая способность его уменьшается. Для бите́ра диаметром 400 мм (кривая 2) с 10 прутковыми лопастями картина просеивания аналогичная. У этого бите́ра наивысшая просеивающая способность составила 98%. У бите́ра большего размера (диаметр 500 мм, 12 лопастей) заметного увеличения просеивания в зависимости от скорости бите́ра нет (кривая 3). Просеи-

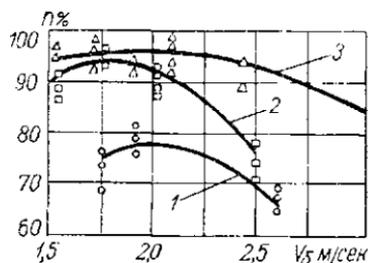


Рис. 4. График зависимости просеивания почвы от скорости (v_6) бите́ра.

вающая способность при скорости бitera 1,75—2,50 м/сек примерно одинаковая и равна 96%.

Таким образом, максимальная просеивающая способность прутковых битеров с диаметром 300, 400 и 500 мм соответственно равна (по графикам) 78, 93, 96%. Исходя из этих данных, следует предпочтение отдать битеру с диаметром 400 мм, так как дальнейшее увеличение диаметра бitera незначительно увеличивает сепарацию почвы.

На тех же почвах, но с более высокой влажностью битеры испытывались с сепарирующим элеватором, когда под верхнюю ветвь последнего вместо металлического листа ставились две пары круглых звездочек.

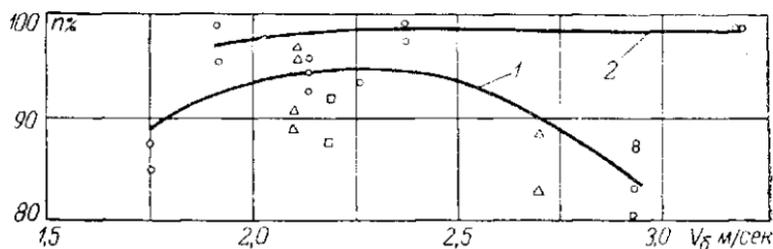


Рис. 5. График зависимости просеивания почвы от окружной скорости бitera.

Зависимость просеивания почвы от окружной скорости бitera диаметром 400 мм (10 прутковых лопастей) при различной скорости сепарирующего элеватора показана на графике (рис. 5, кривая 1).

Из графика видно, что скорость элеватора от 1,03 до 1,98 м/сек при постоянной скорости бitera мало влияет на сепарирующую способность системы элеватор — битер, в то время как изменение окружной скорости бitera оказывает значительное влияние на сепарацию почвы.

Самая высокая степень просеивания почвы (95%) получена у бitera 400 мм с окружной скоростью 2,10—2,30 м/сек. Степень просеивания почвы битером диаметром 600 мм (15 лопастей) с сепарирующим элеватором несколько выше (до 98%), чем у бitera 400 мм в аналогичных условиях (рис. 5, кривая 2).

Из графика видно, что для этого бitera как окружная скорость его, так и скорость подающего элеватора почти не влияют на сепарирующую способность системы.

Однако следует иметь в виду, что битеры диаметром 600 мм и 500 мм более громоздкие и металлоемкие, чем битер диаметром 400 мм. Поэтому они менее пригодны для постановки их на картофелекопатели.

Таким образом, из прутковых битеров, устанавливаемых после подъемного элеватора, наиболее приемлемым является би-

тер с диаметром около 400 мм и окружной скоростью 2,1—2,3 м/сек.

Произведены также испытания пруткового элеватора длиной 970 мм без встряхивания рабочего полотна — тоже на легком суглинке с влажностью 6,8—7,2% (кривая 1) и 12,7—16,1% (кривая 2). Результаты исследований приведены на графике (кривая 1) (рис. 6). Из графика видно, что с увеличением влажности сепарирующая способность элеватора при постоянной скорости резко ухудшается. С увеличением же скорости элеватора сепарирующая способность последнего растет.

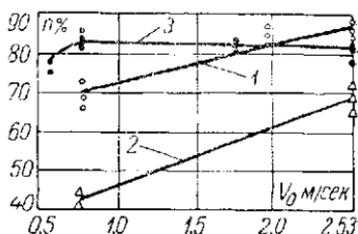


Рис. 6. График зависимости просеивания почвы от скорости элеватора (а).

Исследования элеватора длиной 1150 мм произведены с одной парой встряхивателей $z = 10$ (с машины КТН-2М) и одной парой круглых звездочек. Испытания проводились в условиях очень низкой влажности (2,5—4,1%) на легком суглинке. Из графика (кривая 3, рис. 6) видно, что просеивание почвы элеватором в этих условиях не зависит от его скорости и равно примерно 81%.

Максимальная сепарирующая способность элеватора, полученная нами, не превышает 88%, в то время как битер $\varnothing 400$ мм в сочетании с сепарирующим элеватором в более тяжелых условиях просеивает до 95% подаваемой почвы.

В результате лабораторных и полевых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Максимальная просеивающая способность прутково-баранных битеров $\varnothing 300, 400, 500$ мм при работе на залежи с легкосуглинистой почвой влажностью 4,6—10,6% соответственно равна 78, 93 и 96%.

2. Битер $\varnothing 400$ мм совместно с сепарирующим элеватором на легком суглинке с влажностью около 15% просеивает до 95% подаваемой почвы при окружной скорости 2,10—2,30 м/сек, а битер $\varnothing 600$ мм в этих же условиях просеивает до 98% почвы.

3. Скорость сепарирующего элеватора в пределах 1,03—1,98 м/сек не влияет на просеивающую способность системы элеватор-битер при постоянной скорости битера. Однако при скоростях элеватора, близких к нижнему пределу, наблюдается интенсивное отбивание частиц от битера снова на подающий элеватор. При увеличении скорости элеватора до 1,70—1,98 м/сек такое отбивание почти не наблюдается.

4. Просеивающая способность элеватора увеличивается с понижением влажности почвы (легкий суглинок) и увеличением скорости элеватора. Максимальная просеивающая способность эле-

ватора не превышает 88%. Угол наклона подающего элеватора не должен превышать 27°.

5. Установка, состоящая из сепарирующего элеватора и битера, не может полностью разрушить все почвенные комки, особенно при низкой влажности почвы.

6. При исследовании на картофельном поле прутково-барабанного битера $\varnothing 400$ мм с сепарирующим элеватором установлено, что с ростом скорости агрегата с 0,47 до 1,34 м/сек количество поврежденных клубней снижается с 12,8 до 4,8, но зато увеличивается количество земли в сходах. Это происходит за счет увеличения подачи почвы к битеру.

7. Высота вала битера относительно ведущего вала элеватора в пределах от 0,03 до 0,06 м заметного влияния на количество поврежденных и засыпанных клубней не оказывает. Однако с увеличением этой высоты повышается тенденция к отбиванию частиц от битера на подающий элеватор.

8. Исходя из полевых исследований, мы пришли к выводу, что наиболее приемлемым для применения в картофелеуборочных машинах является прутково-барабанный битер с \varnothing около 400 мм и шагом по наружным пруткам 120—125 мм.

9. Прутково-барабанный битер $\varnothing 400$ мм обладает наилучшей просивающей способностью при окружной скорости 2,1—2,3 м/сек, однако, исходя из совместной работы битера с вибрационной решеткой, эту скорость необходимо повысить до 2,3—2,6 м/сек, чтобы при сходе с битера частицы не могли попасть в зазор между битером и виброрешеткой и вызвать заклинивание первого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Размыслович И. Р., Ладутько С. Н. К анализу прутково-барабанного битера. «Сборник научных трудов аспирантов». Минск, изд-во «Урожай», 1965.

2. Размыслович И. Р., Ладутько С. Н. Исследование прутково-барабанного битера. В сб.: «Пути повышения производительности сельскохозяйственной техники», Минск, изд-во «Урожай», 1966.