

жимы резания, геометрию инструмента и способ обработки поверхностей. Современные системы инженерного анализа реализуют метод конечных элементов (Finite Element Method (FEM)), позволяют производить интегрированный расчет напряженного состояния инструмента и заготовки в процессе резания, определять поля напряжений и деформаций в упругой и пластической областях, а также исследовать контактное взаимодействие двух и более тел. На сегодня в машиностроении применяют много различных CAE-систем, как универсальных (ANSYS, CosmosWorks, MSC.Nastran и т. д.), так и специализированных (DEFORM, AdvantEdge, QForm, LS-Dyna и др.). Одной из наиболее эффективных систем имитационного моделирования процессов формообразования является система DEFORM.

DEFORM — разработанный американской компанией Scientific Forming Technologies Corporation (SFTC) специализированный инженерный программный комплекс, предназначенный для анализа двухмерного (2D) или трехмерного (3D) потока сложных процессов течения металлов при обработке их давлением, термической и механической работой и позволяющий произвести проверку, отработку и оптимизацию технологических процессов, анализ деформационных и температурных нагрузок инструмента на заготовку непосредственно за компьютером, что дает возможность избежать экспериментальных методов проб и ошибок на производстве, уменьшить процент брака при изготовлении деталей. DEFORM — это «открытая система», которая обеспечивает невероятную гибкость для дизайнеров и аналитиков, работающих над целым рядом приложений, разработок и исследований. DEFORM поддерживает пользовательские процедуры и пользовательские переменные. Сложные возможности многократного деформирования тела с произвольным контактом позволяют пользователям моделировать механическое соединение и анализ связанных напряжений матрицы. Основанный на методе конечных элементов DEFORM доказал свою точность и надежность в промышленном применении в течение более двух десятилетий. Механизм моделирования способен прогнозировать большие деформации материала и тепловые характеристики с высокой точностью. DEFORM — это наиболее широко используемая в мире программа моделирования от ведущих исследовательских институтов и производителей.

Предложено использовать программный продукт DEFORM для исследования процесса фрезерования твердосплавным инструментом, упрочненным аэродинамическим звуковым методом (АДУ) [3], на основе анализа силовых, деформационных и энергетических критериев износа и разрушения путем имитационного моделирования.

**Заключение.** Результаты имитационных исследований процесса износа в системе DEFORM показали, что при фрезеровании твердыми сплавами, упрочненными методом АДУ, деталей из стали 45 ( $v = 158,3$  м / мин;  $s_z = 0,12$  мм / зуб;  $t = 1,0$  мм) способствует за счет снижения износа увеличению стойкости инструмента приблизительно на 60 %. Кроме того, моделирование в программном продукте DEFORM процесса фрезерного резания твердосплавным инструментом, упрочненным методом АДУ, позволило выявить влияние параметров обработки в любой момент резания на такие факторы процесса, как силы резания, температура, давление и др.

#### Список цитируемых источников

1. Криворучко, Д. В. Моделирование процессов резания методов конечных элементов: методологические основы : монография / Д. В. Криворучко, В. А. Залого ; под общ. ред. В. А. Залого. — Сумы : Университет. кн., 2012. — 496 с.
2. Bowden, F. P. The Friction and Lubrication of Solids / F. P. Bowden, D. Tabor. — Oxford : Clarendon Press, 1964. — P. 362—369.
3. Способ аэродинамического упрочнения изделий : пат. ВУ 21049 / А. Н. Жигалов, Г. Ф. Шатуров, В. М. Головкин ; дата публ.: 30.06.2017.

УДК 631.91

А. В. Исаев, В. А. Бурдейко

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

## БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКА

**Введение.** Ультразвук воздействует на растительный и животный мир по-разному. При воздействии ультразвука на семена сельскохозяйственных культур повышается их урожайность. Ультразвук снижает жизнедеятельность и приводит к гибели многих насекомых и сорных растений. Загрязненную воду можно очищать ультразвуком. Его биологическое воздействие имеет огромный потенциал в развитии сельского хозяйства.

**Основная часть.** С каждым годом все большее количество субъектов сельского хозяйства в своих производственных процессах применяют ультразвуковые технологии. Потенциал ультразвука имеет огромный спектр действий, но большая часть не имеет развития. Ультразвук не только эффективен,

но и способствует снижению затрат и повышению качества конечной продукции, обеспечивает отказ от применения химических реагентов и биологических препаратов.

По своей физической природе ультразвук, как и слышимый звук, представляет собой упругие колебания и волны, т. е. чередующиеся во времени процессы механического сжатия и разрежения, распространяющиеся в твердой, жидкой и газообразной средах. От слышимого звука ультразвук отличается лишь частотой. Слышимый звук охватывает диапазон частот от 16 Гц до 15...20 кГц, а ультразвук — область неслышимых частот от 15...20 кГц до 109 Гц.

Воздействие ультразвука в растениеводстве положительно влияет на развитие зерен и семян в почве, увеличивает урожайность, способствует росту питательных свойств сельскохозяйственных культур. При воздействии на семена ультразвуком в них можно вносить необходимые микроэлементы, уничтожать вредителей и возбудителей болезней, активизировать ферменты. Ультразвук способен стимулировать жизненные силы, заложенные природой в каждую сельскохозяйственную культуру, тем самым обеспечивается стойкость растений к воздействию внешних факторов, таких как погодные условия, болезни и т. д. Один из основных факторов хорошего развития растений — качество воды, используемой для полива. Источниками воды для полива служат искусственные или естественные пруды, озера, накопительные емкости и резервуары, но они же одновременно могут стать и источником заразы и причиной заболеваемости растений, животных и человека. Ультразвуковые приборы уничтожат и предотвратят образование патогенов в воде — одноклеточной микрофлоры, микроорганизмов, вирусов. Ультразвук изменяет структуру молекул и аминокислот, ускоряет процессы окисления. Ультразвуковое воздействие — самый эффективный и не затратный способ сделать воду чистой и свободной от заразы и водорослей.

Ультразвуковая обработка зерна и семян перед посадкой интенсифицирует процесс прорастания, повышает урожайность различных культур в среднем на 20...40 %. Так, обработанные ультразвуком зерна ячменя дают всходы на 2...3 дня раньше, чем контрольные посадки, длина колоса и количество зерен в нем увеличиваются на 30 %, количество стеблей от одного зерна также увеличивается на 25...30 %. Механизм ультразвукового воздействия на зерна и семена не исследован. Мы знаем, что у любого растения есть инстинкт самосохранения и не все семена всходят сразу. Только определенный процент взойдет в этом году, а остальные спустя год или два. Все это для того, чтобы растение продолжило жизнь в случае природных аномалий и получения плохого урожая либо его отсутствия. Ультразвук же разрушает эту защиту, и семена прорастают все, что увеличивает шанс на повышение урожая. Ясно только, что ультразвук способен стимулировать жизненные силы, заложенные природой в каждую сельскохозяйственную культуру. Экспериментальные исследования позволили установить, что ультразвуковое воздействие в большей или меньшей степени, но всегда положительно влияет на процесс прорастания зерен и семян и увеличивает урожайность. Максимальное повышение урожайности отмечено у дынь — на 46 %. Обработка семян огурцов перед посадкой ультразвуком приводит к тому, что междоузлия на взрослом растении (места образования плодов) формируются в полтора раза чаще, получаемые плоды отличаются от контрольного вкуса. Обработка семян томатов ультразвуком позволила установить, что после посадки кусты разрослись сильнее, плодов образовалось больше, созрели они быстрее, чем контрольные. Анализ состава плодов показал, что обработанные ультразвуком томаты имели большее количество витаминов, чем контрольные. Отличные результаты были получены при воздействии ультразвуком на семена капусты, моркови, свеклы, лука. При обработке семян ультразвуком в них можно вносить необходимые микроэлементы, уничтожать возбудителей болезней и вредителей, активизировать ферменты. Так, например, ультразвуковая обработка семян редиса в растворе органических удобрений повышает урожайность на менее чем в 2 раза.

Существуют основные способы уничтожения вредных насекомых, крадущих у земледельцев значительную долю урожая: химический и биологический. Особенно большие перспективы у биологического способа, который, по всей видимости, займет значительное место в новой отрасли народного хозяйства — биотехнологии. Ультразвук не останется без работы как одно из направлений физических методов борьбы с сельскохозяйственными вредителями. Так, например, для борьбы с гусеницами кукурузного мотылька можно применить ультразвуковые колебания частотой 50 килогерц, напоминающие звуки, издаваемые летучими мышами, врагами насекомых. Эти звуки заставляют гусениц покидать поля. Ультразвук можно применить и для борьбы с личинками комаров. Колебания с частотой 200 килогерц разрушают дыхательные органы личинок, и они погибают. В Республике Беларусь перспективным является применение ультразвука для борьбы с различными видами вредных насекомых, таких как колорадский и кукурузный жуки. На людей и животных эти колебания ультразвука никакого вредного воздействия не оказывают, так как они имеют небольшую интенсивность. На рисунке 1 показаны вредители сельскохозяйственных культур: медведка (1); капустная муха (2); клоп-черепашка (3); колорадский жук (4); капустная совка (5); азиатская, или перелетная, саранча (6).

Ультразвук отрицательно влияет на многие простейшие живые организмы. Например, большие дозы ультразвука разрывают и уничтожают инфузории и даже такие стойкие микроорганизмы, как туберкулезные палочки.

Под действием ультразвука в течение 1 часа снижается активность вирусов гриппа в тысячи раз, а такие бактерии, как стафилококки, стрептококки, вирусы энцефалита и некоторые другие уничтожаются полностью. Разрушение микроорганизмов наблюдается только при повышенной интенсивности излучения.

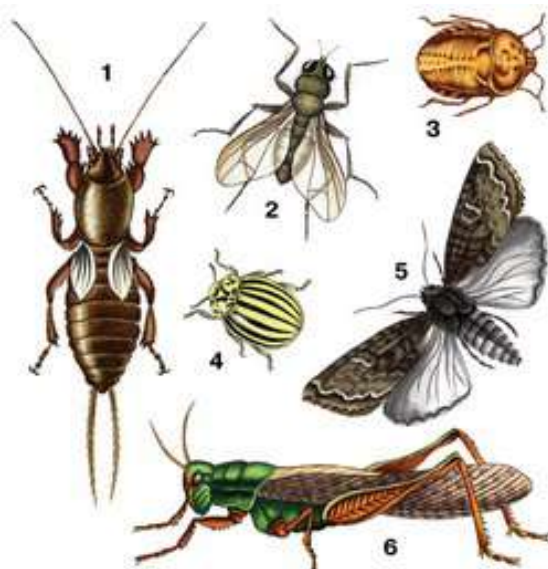


Рисунок 1 — Насекомые, несущие вред культурным растениям

При малых же интенсивностях ультразвука, наоборот, происходит стимулирование роста бактерий и вирусов. Способность ультразвука уничтожать микроорганизмы и бактерии ученые-медики использовали в своей практике. Так, например, ультразвуком начали стерилизовать препараты сыворотки крови и плазмозаменяющих растворов, что обеспечивает более высокое их качество и длительный срок хранения. Ультразвук действует на живые организмы, такие как головастики, лягушки, рыбы, вредители сельскохозяйственных культур. При облучении ультразвуком эти организмы парализуются или погибают. Сразу же после начала облучения животные проявляют сильное беспокойство, а через минуту полностью прекращают двигаться. Рыбы при этом переворачиваются на бок и вверх брюшком, а некоторые из них всплывают на поверхность. Если прекратить облучение, рыбы становятся вновь подвижными; если облучение продолжить, то они погибают. При интенсивном облучении на теле рыб возникают небольшие кровотечения. В поле мощной ультразвуковой сирены в течение короткого времени погибают многие мелкие животные и насекомые.

**Заключение.** С помощью метода осаждения густого тумана можно избавить томаты и картофель от фитофторы и приблизиться к абсолютно чистым продуктам, без внедрения химикатов. Есть вероятность использования ультразвука для борьбы с сорняками и болезнями культурных растений. В ближайшее время необходимо активизировать исследования по использованию ультразвука в сельском хозяйстве, особенно для борьбы с вредными насекомыми, такими как колорадский и кукурузный жуки, морковная муха.

УДК 621.9

И. С. Кандыбович, А. Н. Жигалов

*Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи*

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРОЧНЕНИЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ НОЖЕЙ ИННО-ПЛАЗМЕННЫМ АЗОТИРОВАНИЕМ

**Введение.** Производство режущего инструмента для обработки древесины не в полной мере решило проблему износа режущей кромки ножей во время возникновения ударной нагрузки, возникающей в начале реза и во время попадания сучков на древесине. Поскольку в соответствии с СТБ 1711-2007 в тонкомерных круглых лесоматериалах для производства оцилиндровочных изделий общего и специального назначения  $d = 6 \dots 13$  см и  $l = 2,0 \dots 6,5$  м с градацией 0,25 м, допускается наличие сучков (кроме табачных) в неограниченном количестве, то ресурсная стойкость режущих ножей значительно снижается. Сучки бывают двух видов — открытые и заросшие. Открытый сучок имеет несколько разновидностей: по форме разреза на поверхности сортифта (круглый, овальный, продолговатый); по положению в сорти-