



ДИСКУССИИ И ОБСУЖДЕНИЯ

Ю. Ф. НОВИКОВ

ГЕНЕЗИС ПЛУГА И ЭТНОГРАФИЯ

В последнее время историческая наука, особенно в СССР и странах социалистического лагеря, все чаще обращается к исследованию развития орудий производства. При этом, если историки науки и техники ограничиваются главным образом рассмотрением поздних периодов технического прогресса, до сих пор уделяя крайне мало внимания изучению древней техники, то историей древних орудий производства занимаются почти исключительно археологи и этнографы; в частности, история развития техники обработки почвы докапиталистической эпохи писалась и пишется преимущественно этнографами. Интерес этнографов к проблеме развития техники земледелия, в частности к истории плуга, вполне понятен, так как в течение очень продолжительного периода времени эта техника являлась едва ли не важнейшей частью производительных сил общества, обуславливающей развитие некоторых надстроечных элементов. Понятно также стремление этнографов использовать результаты исследования техники земледелия в своих, чисто этнографических целях, например в установлении этнических границ и территорий. Рассматривая какое-либо орудие производства, бытовавшее в прошлом в определенной области (в частности, плуг), этнограф констатирует устойчивость тех или иных его деталей или всего орудия в целом на данной территории, что и является отправной точкой для установления этнических границ района или направления его колонизации. Так, например, Н. Н. Чебоксаров, подводя итоги работы Прибалтийской экспедиции 1954 г., выделяет несколько этнических подобластей Эстонии, основываясь на распространении в них тех или иных пахотных орудий. При этом использование последних в данном районе объясняется во всех случаях влиянием смежных земледельческих народов (на юго-востоке, в области распространения сохи, — русского, на северо-западе, в области применения рала, — скандинавских) ¹.

Не менее характерен подход к генезису почвообрабатывающей техники Е. Г. Кагарова. В его статье, посвященной почвообрабатывающим орудиям Испании, доказывается, что «сложная этническая стратификация Пиренейского полуострова отразилась в пестроте и разнообразии сельскохозяйственной техники» ². При этом автор, как, впрочем, и пода-

¹ Н. Н. Чебоксаров, Основные итоги работ Прибалтийской этнографо-антропологической экспедиции 1954 г. Тезисы докладов на заседаниях, посвященных итогам полевых исследований 1954 г., М., 1955.

² Е. Г. Кагаров, Исторические наслоения в земледельческой технике Испании. Сб. «Сов. этнография», т. 1, 1930.

вляющее большинство других исследователей, даже не делает попытки рассмотреть это «разнообразие сельскохозяйственной техники» в связи с разнообразием почвенно-климатических условий Пиренеев. К сожалению, подобного рода попытки делаются еще очень робко и редко. Примером может служить исследование старинных болгарских пахотных орудий, осуществленное Ж. Н. Выжаровой³. Проведенный в ее работе анализ взаимосвязей между распространением различных видов плугов и особенностями почвы, рельефа местности и видами возделываемых растений привел к отрицательному результату видимо потому, что все указанные характеристики рассматривались в отрыве друг от друга, а не в виде комплекса ландшафтно-климатических условий. Между тем, третий тип плуга (по классификации Выжаровой) распространен в районе Южной Фракии и отчасти Забалканских впадин, для которых специфичен преимущественно близкий к средиземноморскому тип климата и растительности, буроземные или горно-коричневые почвы сухих лесов и кустарниковых зарослей. Кстати говоря, этот тип орудия вообще характерен для Средиземноморья (распространен в Греции, Италии, Испании, Северной Африке). Второй тип — обычное пахотное орудие с четырехугольным остовом, сильно напоминающее общеизвестный украинский плуг, распространен в области Дунайской низменности с ее луговой и лугово-степной растительностью и черноземами. Это — также вполне закономерное явление. Правда, Ж. Н. Выжарова указывает, что здесь же применяется и первый тип, однако он сосредоточен главным образом в северо-восточной части страны, с более континентальным, сухим климатом. Тот же тип орудия преобладает на территории верхнефракийской низменности, обладающей примечательными особенностями климата и почв. Это же можно сказать и о пахотном орудии четвертого типа, которое локализовано в узком районе Пиринской Македонии с ее горными, относительно плотными почвами и переходным к средиземноморскому климатом. Конечно, к подобному анализу следовало бы добавить некоторые данные об используемой с этими типами орудий живой тяге, так как вид упряжных животных влияет определенным образом на конструкцию плуга. Мы уже не говорим о том влиянии, которое оказывают на развитие и распространение техники общественно-экономические условия жизни людей — все эти многообразные связи, с нашей точки зрения, должны учитываться при изучении техники прошлого. Что касается техники земледелия, то зависимость ее от ландшафтно-климатических условий наряду с социально-экономическими факторами должна рассматриваться безусловно в первую очередь. В противном случае наши позиции в этой области исторической науки мало чем будут отличаться от позиции, занятой на V Международном конгрессе этнографов и антропологов П. Лезером, который в своем докладе «Плужный комплекс, культурные изменения и устойчивость культуры» утверждал, что «иногда элементы культуры, в которых ощущается определенная нужда, не изобретаются, не распространяются и даже не заимствуются. С другой стороны, иногда элементы культуры воспринимаются и в том случае, если они не лучше, а даже хуже тех элементов, которые они заменили»⁴.

Ни в своей монографии по истории плуга, ни в других выступлениях, включая упомянутое, П. Лезер не рассматривает взаимосвязей земледельческой плужной культуры с естественно-географическими условиями, не говоря уже об условиях социально-экономического порядка.

³ Ж. Выжарова, О происхождении болгарских пахотных орудий, М., 1956.

⁴ См. «Сов. этнография», 1957, № 1, стр. 163.

П. Лезер, как и многие другие зарубежные ученые, абстрактно анализирует одну лишь структуру — «скелет» плуга, лишая его историю всякой научной основы.

За последние годы многие исследователи истории пахотных орудий вынуждены были признать, что «функциональные органы орудия» (лемех, отвал, нож) зависят от условий их применения⁵. Однако тут же следует заявление о «независимости» скелета (остова) плуга от внешних условий. Например, Б. Братанич считает остов плуга не необходимой, а формальной его частью, носящей исключительно традиционный характер⁶. Подобное противопоставление рабочих частей плуга его форме, конечно, совершенно неправильно и может быть только результатом технической неосведомленности автора. Рабочие и конструктивные части орудия тесно связаны и взаимообусловлены. Бесспорно, общие формы остова старинных плугов находились в тесной связи с конструкцией их рабочих органов.

Таким образом, современная этнографическая наука зачастую склонна, с нашей точки зрения, рассматривать плуг или отдельные его части в виде своего рода «этнических характеристик». При этом устойчивость конструкции пахотного орудия или его деталей в определенной географической области рассматривается как свидетельство устойчивости технических традиций, свойственных определенной этнической группировке. Справедлив ли, однако, такой подход к обсуждаемому вопросу?

Традиция начинается там, где начинается человеческое общество: Об этом говорит прочная, неутрачиваемая преемственность способов обработки камня в течение всего палеолита, характеризующаяся однообразием и предпочтением определенной техники обработки в этот период. В своей прообразной форме техническая преемственность заложена в поведении любого животного, так как она и здесь, как и у человека, является безусловно необходимой для самого существования индивидуума. Однако у животных эта преемственность носит чисто инстинктивный характер и, будучи проявлением биологической наследственности, в подавляющем большинстве случаев не требует специального обучения (или требует лишь предметного обучения некоторым основным навыкам борьбы за существование).

В процессе формирования человека и расселения групп гоминид по Земле последним приходилось сталкиваться со столь различными экологическими условиями, а одновременно их трудовая деятельность столь далеко по своей сложности и разнообразию ушла от деятельности животного, что одной инстинктивной преемственности и предметного обучения оказалось уже недостаточно. Возникает необходимость специального общественного (в силу общественного характера труда) обучения каждого нового поколения, а вместе с тем необходимость существования общественной преемственности (традиции) и точной передачи накопленного предыдущими поколениями опыта. Именно в этом процессе передачи опыта производственной деятельности должно было с наибольшей силой проявляться разумное, концептуальное поведение человека, когда стремление передать, а, с другой стороны, воспринять опыт возводит элементарное мышление «прачеловека» на ступень абстракции, идеи, где наличие собственного опыта или непосредственной имитации действий заменяется символом, т. е. словом.

Только существование традиций в доисторические эпохи делает возможным научное исследование древнего общества, поэтому значение

⁵ «Agrarethnographie», Akademie Verlag, Berlin, 1957.

⁶ Br. Bratanič, Bericht über die Erforschung der Geräte zur Bodenbearbeitung in Jugoslawien, там же.

правильного понимания места и роли традиций в прогрессе, особенно техническом, для исторических наук бесспорно. На основе убеждения в стойкости тех или иных традиций основывает, например, археолог свою классификацию обществ первобытной культуры, ведет сравнительные исторические исследования с целью определения своеобразия данной культуры и ее связей с окружающим миром. Однако безусловно небезразличен метод выявления традиции. Вот как, например, определяет его Г. Чайлд: «В один и тот же период, нередко в одной и той же экологической провинции мы часто находим совершенно различные комплексы, отличающиеся один от другого, по-видимому, произвольными отклонениями в типах изделий, предназначенных в основном служить одной и той же цели — топоры, браслеты или жилища, а часто такие же различия в пище или в местности, выбранной под поселение. Наблюдая подобные произвольные отклонения, мы приписываем их различиям в традициях у разных, хотя и одновременных, обществ»⁷.

Вряд ли, однако, приведенное толкование является достаточным; если даже отнесение указанных отклонений в традициях законно, следовало хотя бы поставить вопрос об истоках традиций. В противном случае мы можем оказаться в плену тех же формалистических построений, как, например, Г. Беренс, который вслед за Кларком⁸ так формулирует свое мнение о происхождении европейского земледелия: «Так как древнейшее земледелие в Средней Европе, в том числе в культуре ленточной керамики, является процессом распространения культуры, исходная точка которого лежит в Передней Азии, то решение вопроса, какой вид из бороздообразующих орудий был использован в этой области, в значительной мере зависит от исследования условий Передней Азии»⁹.

Подобное утверждение поистине поразительно; согласно Беренсу, ответ на вопрос о европейских методах обработки почвы можно получить, лишь изучив условия земледелия в... Месопотамии! Бесспорно, что с такой методикой исследования едва ли можно достичь больших успехов; во всяком случае ни о каком действительно научном анализе здесь не может быть и речи.

В чем же заключаются корни технических традиций?

Прежде всего технические традиции не могут быть проявлением некой «культурной модели», психологического склада данной этнической группировки. Будучи связаны прочными узами с достигнутым уровнем производства, науки и техники, они создаются на базе этого общественного производства в определенных экологических условиях жизни общества, причем зависимость от последних тем больше, чем дальше в глубь веков мы идем. Иначе и быть не могло, ибо, как писал В. И. Ленин, «техника механическая и химическая потому и служит целям человека, что ее характер (состав) состоит в определении ее внешними условиями (законами природы)»¹⁰.

Конечно, в целом законы природы едины, и это отражено, например, в едином принципе обработки почвы плугом, рабочей частью которого во всех случаях является клин. Однако в каждом отдельном случае, в данных конкретных условиях природа предъявляет различные требования к земледельцу, и он должен выполнять их, закрепляя отвечающие им навыки, приемы и орудия в форме традиции. Точно так же должны

⁷ Г. Чайлд, Археологические документы по предистории науки, «Вестник истории мировой культуры», 1957, № 1—2.

⁸ Г. Кларк, Доисторическая Европа, М., 1953, стр. 108.

⁹ H. Behrens, Kritische Bemerkungen zu einigen Auffassungen über die Form des ältesten neolithischen Bodenbaues in Mitteleuropa, «Agrar-ethnographie», Berlin, 1957.

¹⁰ В. И. Ленин, Философские тетради, Госполитиздат, 1938, стр. 182.

быть прослежены связи традиции с конкретными законами общественно-экономического развития данного общества.

Безусловно, что уровень развития техники зависит прежде всего и в основном от уровня общественно-экономического развития. Мы не будем останавливаться на доказательстве справедливости этого общепринятого тезиса и коснемся только вопроса о зависимости техники от экологических условий жизни общества.

По нашему мнению, из всей совокупности предметов материальной культуры прошлого орудия производства, а почвообрабатывающие в особенности, наименее пригодны для специальных этногенетических исследований. В частности, совершенно несправедливо убеждение в том, что при миграциях народов на новые места поселения целиком переносятся старая техника обработки почвы, на чем часто основываются при изучении путей расселения народов. Даже современное земледелие, вооруженное крупнейшими завоеваниями науки и техники, не может не приспособливаться к особенностям почвы и климата, изменяя тем самым в каждом новых условиях приемы возделывания растений. Мы еще не освободились до конца от подчинения природе; что же можно в таком случае сказать о прошлом? Если бы технические традиции при переселении народов или отдельных этнических группировок на новые места не оказались бы достаточно гибкими, то хозяйство очень быстро потерпело бы крах. Известные уже в исторические эпохи переселения народов сопровождались более или менее резким изменением форм земледельческой «традиционной» техники, конечно, в тех случаях, когда этого требовали условия¹¹.

Следует также совершенно отказаться от мнения, что отдельные части орудия зависят исключительно от «вкуса» изобретателя — деревенского кузнеца или ремесленника. На самом деле в конструкции старинных почвообрабатывающих орудий, отшлифованной многовековой народной практикой, не было или почти не было «необусловленных», нерациональных особенностей. Об этом свидетельствует, в частности, история вытеснения заводским плугом XIX века сохи и «примитивного» украинского плуга в России¹². Характерно, что украинский плуг был вытеснен из южнорусской степи лишь после того, как исчезла целина, пошла на убыль размеры переложного хозяйства и исчезла практика пластовых посевов зерновых культур. Даже в конце XIX в. известный исследователь южнорусского хозяйства М. В. Неручев был вынужден признать незаменимость украинского «примитивного» плуга¹³, а В. Чебышев прямо писал: «Теория объясняет, а практика подтверждает, что преимущество... на стороне сох, а потому-то их и должно признать орудиями более совершенными»¹⁴. К такому выводу Чебышев пришел на основании подробного механического анализа конструкции сохи, который убедил его, в частности, в том, что благодаря симметричному приложению силы тяги (с помощью оглобель в противоположность плугу, к которому сила тяги прилагается несимметрично), приведение этого орудия в движение отличается значительной легкостью при высокой маневренности. Эти достоинства сохи и делали ее в прошлом наиболее эко-

¹¹ Подробнее см.: Ю. Ф. Новиков, Из истории пахотных орудий в России, «Вестник истории мировой культуры», 1961, № 1.

¹² Ю. Ф. Новиков, Некоторые закономерности развития техники обработки почвы в России, «Материалы по истории сельского хозяйства и крестьянства в России», сб., 5, М., 1962.

¹³ М. В. Неручев, Несколько дней в степи, «Русское сельское хозяйство», 1873, 4, стр. 182.

¹⁴ В. Чебышев, О наивыгоднейшем устройстве пашущих орудий, «Земледельческая газета», 1898, № 51.

номичным орудием, позволявшим обработать поле в кратчайшие сроки и при наименьших затратах (что подтверждается и многими другими работами)¹⁵.

Ниже мы пытаемся изложить некоторые соображения относительно обусловленности конструкции отдельных частей старинных пахотных орудий почвенно-климатическими условиями, в которых эти орудия применялись. Метод использования точных наук для анализа форм и отдельных особенностей конструкции древних пахотных орудий, безуслов-

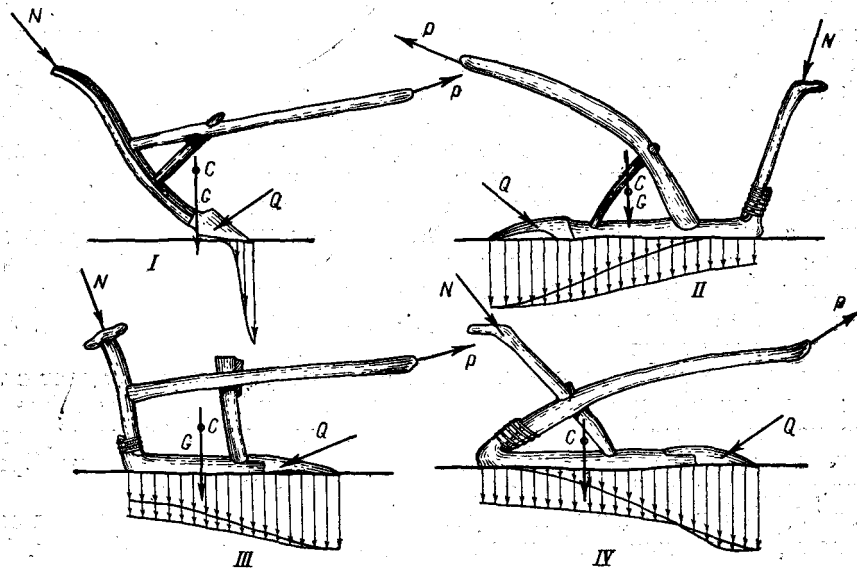


Рис. 1. Типы пахотных орудий: I — рало, II — средиземноморский плуг, III — средневропейский плуг, IV — македонский плуг

но, не может дать готовые решения по каждому частному вопросу, интересующему этнографа, однако использование его позволило бы исследователю найти путь к единственно правильному решению проблем истории материальной культуры и, по крайней мере, определило бы «границы возможного» в этнографических исследованиях.

Первым следует рассмотреть остов, или «скелет», плуга, состоящий всегда из следующих частей:

1. Грядиль — часть плуга, соединяющая точку приложения тяги с корпусом орудия (или с рассохой); его продолжением иногда является дышло, жестко соединяемое с грядилем (в этом случае мы вправе рассматривать обе части как один длинный грядиль). В русской сохе заменяется оглоблями.

2. Рассоха — часть орудия, к которой прикрепляются лемех и отвал; в подошвенном плуге рассохой служит подошва орудия.

3. Стойка (или поперечина) — деталь, дополнительно связывающая грядиль с рассохой; в сохе заменена подвоями; в конструкциях отвальных плугов стойка служит для прикрепления отвала или всего корпуса орудия.

¹⁵ С. Демчинский, Организация хозяйства в северных губерниях, «Сельское хозяйство и лесоводство», 1960, № 4; «Соха и ее значение для русского хозяйства», «Земледельческая газета», 1905, № 29; А. Егун, Крестьянские хозяйства Пермской губ., «Сельское хозяйство и лесоводство», 1896, № 7.

4. Рукоятки (одна или две); в отдельных случаях делаются из одного с рассохой или грядилем, реже стойкой, куска дерева. Иногда, как, например, в конструкции великорусской сохи, рукоятки не являются отдельной самостоятельной частью остова. Все перечисленные детали остова пахотного орудия могут быть соединены друг с другом лишь одним из следующих четырех способов (рис. 1).

Тип 1. Рало — бесподошвенное орудие, грядиль которого присоединен к рассохе под довольно значительным углом. Рассоха наклонена к поверхности поля. Рукоятки не выделены в особую деталь остова и соединены (или составляют одно целое) с грядилем или рассохой. К этому же конструктивному типу относится и русская соха. Орудия этого типа используются в разнообразных почвенно-климатических условиях.

Тип 2. «Средиземноморской плуг», в конструкции которого сохранена форма рала благодаря присоединению грядиля непосредственно к рассохе, хотя и под меньшим углом (в частном случае равным 0°). Рукоятки плуга присоединены к рассохе позади грядиля. Этот тип плуга известен в нескольких модификациях, каждая из которых характеризуется различным расположением точки присоединения грядиля к рассохе: она располагается либо впереди горизонтального следа центра тяжести орудия (под которым понимают точку пересечения вертикали, проведенной через центр тяжести орудия, с плоскостью горизонта), либо совпадает с этим следом, либо, наконец, находится позади него (в предельном случае точка присоединения грядиля к рассохе совпадает с точкой прикрепления рукоятки или рукояток). Как мы увидим ниже, положение названных точек играет немаловажную роль. Область распространения средиземноморского типа плуга охватывает страны Средиземноморья, ряд районов Ближнего и Среднего Востока.

Тип 3. «Македонский плуг». Область его распространения ограничивается в основном Македонией и другими районами Балкан. Конструкция его характерна тем, что грядиль соединен с рассохой позади рукояток, нижняя часть которых выполняет функции стойки.

Тип 4. «Среднеевропейский плуг», широко распространенный во многих областях Европы (в частности, на юге России), а также в ряде стран Азии (например, в Китае). Характерен тем, что грядиль соединяется здесь не с рассохой, а с рукоятками плуга, укрепленными в задней части рассохы. Стойка является обязательной частью этого плуга (в первых трех типах она может отсутствовать), так как без нее остова будет непрочен.

Как указывает основатель земледельческой механики акад. В. П. Горячкин, относительно работы орудий обработки почвы могут быть поставлены три основные задачи: 1) об условиях вхождения орудия в обрабатываемую среду; 2) об условиях устойчивости хода орудия и результате воздействия внешних переменных действующих сил и неоднородности среды; 3) о равновесии сил при установившемся ходе орудия¹⁶.

Наиболее просто решается третья задача. В. П. Горячкин¹⁷ дает следующую формулу для определения силы тяги плуга P :

$$P = kab + fG + \epsilon abv^2,$$

где ab — сечение поднимаемого плугом пласта почвы, k — удельное сопротивление вспашке (часть силы, затрачиваемая на собственно резание почвы), G — вес плуга, f — коэффициент трения плуга о почву, v — скорость плуга и ϵ — коэффициент пропорциональности.

¹⁶ В. П. Горячкин, Земледельческая механика, ч. 1, М., 1919.

¹⁷ В. П. Горячкин, Рациональная формула тяги плугов, «Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин», т. IV, М.—Л., 1936, стр. 357.

Величины k и f зависят от свойств почвы. Так, например, коэффициент трения f повышается с увеличением влажности почвы до некоторого предела, после чего начинает снижаться¹⁸. Доказано также, что увеличение площади соприкосновения частей орудия с почвой ведет к увеличению указанного коэффициента за счет налипания на эти части влажной земли¹⁹. Эти обстоятельства определяют границы распространения подошвенных и бесподошвенных орудий. Необходимость минимальной затраты силы тяги долгое время была в центре внимания среднерусского крестьянина, которому приходилось работать на глинистых, малоплодородных подзолах в условиях довольно влажного климата²⁰. Этим во многом обуславливалось упорное нежелание использовать подошвенные орудия и отказ от более тяжелого на ходу плуга.

Другой обширной областью применения рал являются районы орошаемого земледелия Африки (Египет) и Азии. Здесь, однако, иногда используются и подошвенные орудия, что, в частности, характерно для лиманного орошения (рисовые плантации Индо-Китая и Китая). В последнем случае мы имеем дело с сильно переувлажненной почвой, что приводит к снижению коэффициента трения и дает возможность использовать более устойчивое на ходу подошвенное орудие. В общем же область распространения подошвенных орудий отличается, как правило, относительно большей сухостью, если только применение плуга подошвенного типа не вызывалось другими важными причинами. В числе их мы должны рассмотреть некоторые условия устойчивости хода орудия.

Одной из наиболее характерных особенностей пахотных орудий первого типа является высокое расположение их центра тяжести, вызванное наклоном рессоры к горизонту поля. Напротив, подошвенные орудия характерны низким расположением центра тяжести. Нетрудно убедиться в том, что высокое расположение центра тяжести вызывает быстрое высвобождение орудия из обрабатываемой почвы при неожиданном препятствии; наоборот, более низкое положение этого центра способствует более устойчивому ходу орудия, склонности «забирать глубину». Эти обстоятельства, впервые отмеченные В. П. Горячкиным²¹, позволяют правильно подойти к вопросу о закономерности распространения пахотных орудий первого типа. При обработке засоренных или лесных почв, каменистых полей и т. п. используются обязательно рала (или сохи) с высоким расположением центра тяжести, что позволяет обеспечить высокую маневренность орудия и ликвидирует опасность его поломки в результате столкновения с препятствием. Таковы русские сохи, распространенные в Восточной Европе орудия сошного типа, шварцвальдское рало, некоторые индийские орудия²². Напротив, рала украинские, используемые как орудия вторичной (после плуга) обработки почвы, имеют низкий центр тяжести. Таковы же древнеегипетские рала, некоторые китайские орудия поливного земледелия и пр.²³ У этих бесподошвенных орудий грядиль прикреплен к рессоре ближе к лемеху. Такие рала, оставаясь типично бесподошвенными орудиями, имели более устойчивый ход и применялись на чистых землях.

¹⁸ П. У. Бахтин, Динамика физико-механических свойств почвы, Труды Почвенного института, т. XV, 1954, стр. 31.

¹⁹ П. У. Бахтин, Указ. раб., рис. 33.

²⁰ Н. Н. Иванов, Ландшафтно-географические зоны земного шара, «Записки географического общества», т. I, нов. серия, М., 1948.

²¹ В. П. Горячкин, Земледельческая механика, стр. 154.

²² R. Braungart, Die Urheimat der Landwirtschaft aller indogermanischen Völker, Heidelberg, 1914, фиг. 234, 22, 57.

²³ P. Leser, Entstehung und Verbreitung des Pfluges, Münster, 1931, фиг. 250, 110, 112.

Интересно, что в ходе освоения, например, лесных земель, по мере очищения земли от посторонних включений и вообще по мере роста земледельческой культуры конструкция рала изменялась в направлении снижения точки присоединения грядиля к рассохе. Примерами могут служить знаменитая косуля (орало) Гусятникова, буквально прославившаяся и широко распространившаяся в России в начале XIX в., ярославский самолет и пр.²⁴ Весьма возможно, что по конструкции древних рал можно было бы делать некоторые заключения относительно характера древнего земледелия. Так, например, найденное близ Дострупа

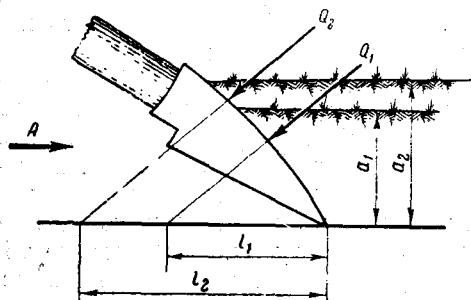


Рис. 2. Увеличение глубины вспашки (с a_1 до a_2) требует увеличения длины опорной подошвы (с l_1 до l_2). A — направление движения орудия, Q — сопротивление вспашке

(Дания) рало эпохи бронзы с весьма низким прикреплением грядиля к рассохе²⁵ свидетельствует, по нашему мнению, о том, что здесь земледелие, оставаясь лесным подсечным, по всей вероятности, уже перешло к длительным срокам эксплуатации освоенных земель до забрасывания их в лесной перелог, что приводило к значительной очистке полей от остатков древесной растительности.

Таким образом, тяговое усилие для подошвенного плуга в общем больше при прочих равных условиях, чем тяговое усилие для рала.

Однако условия вхождения плуга в почву значительно облегчены по сравнению с ралом благодаря низкому расположению центра тяжести этого орудия. Это облегчает управление плугом, но делает нежелательным его использование на засоренных почвах.

Решающее значение для развития подошвенного плуга имела, конечно, необходимость обработки более или менее задернелых почв степного или лугового типа, требующая подрезки пласта в горизонтальной плоскости. Такие почвы редко засорены посторонними включениями и дают сравнительно небольшие колебания тягового сопротивления, которые сглаживаются наличием подошвы (а позднее и передка); увеличение размеров последней свидетельствует исключительно о стремлении увеличить устойчивость плуга.

Действительно, как показывает теория плуга и практика работы им, для равновесия пахотного орудия необходимо, чтобы направление тяги проходило через горизонтальный след центра его тяжести. Во всех плугах след центра тяжести лежит внутри опорного треугольника (стороны которого образуются лезвием лемеха и осевой линией подошвы), так как в противном случае орудие будет стремиться опрокинуться набок²⁶.

В конструкции рала условие равновесия соблюдается лишь в том случае, когда след центра тяжести совпадает с концом лемеха, служащим единственной точкой опоры орудия, и линия тяги проходит также через эту точку. Практически такого совпадения не получается, вследствие чего пахарю приходится непрерывно поддерживать рало (соху) ру-

²⁴ «Земледельческий журнал», 1833, № 14, стр. 933; «Журнал сельского хозяйства», 1857, № 1, стр. 29.

²⁵ Г. Кларк, Указ. раб., рис. 51.

²⁶ В. П. Горячкин, Испытания сельскохозяйственных машин и орудий в Московском сельскохозяйственном институте в 1909 году, СПб., 1910, стр. 26.

ками с целью получения равномерной глубины вспашки. Нетрудно также видеть, что с увеличением глубины вспашки усилие сопротивления пласта отрыву от материка должно перемещаться от носка лемеха к задней части орудия. Чтобы обеспечить равновесие в этом случае, приходится удлинять подошву, чтобы указанная сила Q пересекла дно борозды в пределах опорной поверхности плуга (рис. 2). Следовательно, увеличение глубины вспашки определяет необходимость увеличения длины подошвы. Поэтому рало является исключительно орудием мелкой, поверхностной обработки.

В теории плуга одним из важных вопросов является определение величины и точки приложения реакции почвы на опорную поверхность плуга. Иначе говоря, большой интерес представляет характер давления подошвы плуга на почву (или почвы на подошву), так как, по вполне понятным причинам, неравномерность распределения такого давления может вызвать большую или меньшую неустойчивость хода орудия.

Принимая во внимание действие на плуг в процессе его работы силы тяги P , сопротивления почвы Q , веса орудия G и давления на рукоятки N , — нами были построены диаграммы распределения давления подошвы плуга на дно борозды для описанных выше четырех типов пахотных орудий (см. рис. 1). В представленных диаграммах верхние кривые изображают закон распределения давлений при отсутствии давления на рукоятке плуга ($N=0$), а нижние — при его наличии. Основные выводы, полученные на основании анализа, сводятся к следующему:

1. Распределение давлений на подошве плуга характеризуется значительной неравномерностью и возрастает от пятки полоза к носку лемеха. При этом в некоторых случаях часть подошвы вообще не давит на поверхность дна борозды, так что имеет смысл говорить не о подошве вообще, а о «полезной длине» ее.

2. Приложение усилия к рукоятке плуга, как правило, выравнивает распределение давлений на подошве и увеличивает полезную длину ее.

3. Для заглубления в землю рала необходимо надавить на рукоятки вниз, так как это увеличит давление на конец лемеха. Напротив, для подошвенного плуга при необходимости углубления его в почву нужно приподнять за рукоятки заднюю часть орудия, так как это приводит к концентрации давлений у носка лемеха. Исключение составляет македонский тип пахотного орудия, у которого, благодаря тому, что рукоятки присоединяются ближе к концу лемеха, чем грядиль, заглубление достигается давлением на рукоятки сверху вниз.

4. Наибольшей степенью неравномерности распределения давлений на опорной поверхности характеризуется рало, за ним следует средиземноморский тип орудия. Наибольшей устойчивостью хода отличается европейский тип; что же касается македонского, то при одинаковых размерах с европейским, он может быть почти столь же устойчив, но характеризуется некоторыми отличиями в механике (одно из них было указано выше).

5. Неравномерность в распределении давлений на подошве возрастает с ростом угла наклона грядиля к подошве (рассохе) и соответственно с перемещением точки их соединения по направлению к носку лемеха. В связи с этим наибольшей неравномерностью в распределении давлений после рала отличается средиземноморский тип плуга, причем его модификации с расположением точки соединения грядиля с рассохой впереди горизонтального следа центра тяжести менее устойчивы, чем модификации с расположением указанной точки в следе и, тем более, за следом центра тяжести. Наибольшей устойчивостью отличаются те модификации этого типа, у которых рукоятки, грядиль и рассоха

соединяются в одной точке. К этому типу принадлежат, например, среднеазиатский омач и некоторые индийские орудия.

6. Наличие или отсутствие в конструкции плуга поперечины (стойки) существенных изменений в характере распределения давлений на подошве не вызывает. Указанную деталь поэтому следует считать необходимой только по соображениям прочности.

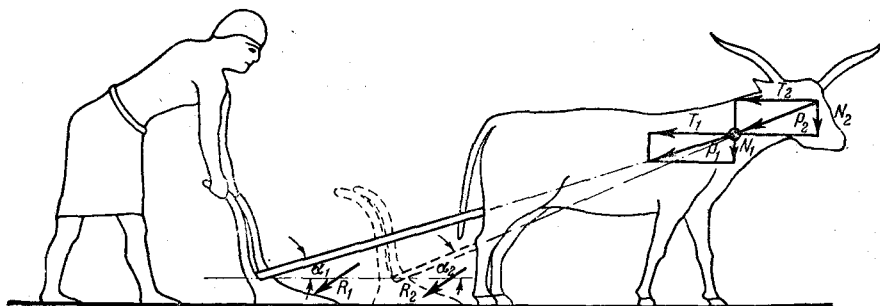


Рис. 3. Перенос точки приложения равнодействующей R сил сопротивления движению орудий вперед увеличивает вертикальное давление на холку, шею или рога животного (в зависимости от рода упряжки) N . При работе на пересеченной местности это позволяет развить большее давление на почву, что, в определенных пределах угла α , повышает силу тяги P

Все сделанные выводы позволяют нам установить некоторые взаимосвязи между конструктивным типом плуга и областью его распространения, характеризующуюся теми или иными экологическими условиями.

Значительный угол наклона грядилы к рассохе и плохая устойчивость хода сближают средиземноморский тип плуга и рало. И у того, и у другого орудия давления на опорную поверхность концентрируются в основном на конце лемеха, в связи с чем для выравнивания хода плуга (рала) приходится постоянно прилагать значительные усилия к рукояткам. Как известно, древние греки зачастую становились на заднюю часть полбза, увеличивая тем самым давление²⁷. Благодаря этому при работе средиземноморским плугом удастся достичь в общем достаточной устойчивости хода. Одновременно маневренность средиземноморского плуга значительно большая по сравнению, например, с европейским.

Особенности механики средиземноморского типа пахотного орудия находятся в полном соответствии с областью его применения. Действительно, она характеризуется преимущественно пересеченным ландшафтом предгорий и отчасти гор, покрытых горно-лесными бурями и серыми, иногда коричневыми почвами. Климат области отличается значительной сухостью в течение всего года и особенно летом. В этих условиях леса при их сведении вследствие деятельности человека быстро уступают место сухой степной и кустарниковой растительности, которая вырастает на забрасываемых в перелог полях. В связи с этим появляется и покровная растительность, образующая дернину. Таким образом, если в начальный период земледелия в этих условиях могло применяться рало²⁸, то оно должно было уступить место подошвенному орудью, спо-

²⁷ P. Leser, Указ. раб., табл. 9.

²⁸ Если в настоящее время леса в Греции составляют всего 9% территории, то в древности их было значительно больше, ибо почвы Греции в основном лесного происхождения. Лесное земледелие древности могло использовать в качестве пахотного орудия только рало, которое, впрочем, известно здесь и в более позднее время (J. C. Gignot, Die Wagen und Fuhrwerk der Griechen und Römer, München, 1817, фиг. 4). Косвенно на использование рала указывает Гезиод (В. Вересаев, Эллинские поэмы, М., 1929). Для более позднего периода известен обычный средиземноморский тип орудия (см., например, P. Leser, Указ. раб., табл. 9 и др.).

собному поднять пласт дернины. Однако почвы указанной области не отличаются столь большим полезным горизонтом, как, например, черноземы, и не требуют такой же глубокой обработки. Особенности ландшафта, наряду с необходимостью устойчивости при установившемся движении орудия, требовали быстрого выведения его из земли при столкновении с препятствием и повышенной маневренности, что могло быть

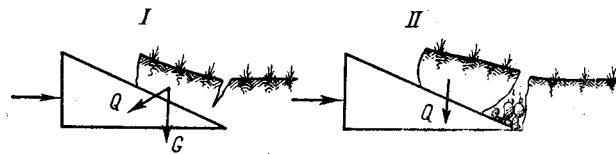


Рис. 4. Обработка глыбистой сухой почвы.
 I — первая фаза работы лемеха (или корпуса орудия).
 Сопротивление почвы складывается из сопротивления ее деформированию Q и веса поднимаемого пласта G .
 II — вторая фаза. Глыба отделена от материка: $Q=0$

достигнуто только за счет некоторого ухудшения его устойчивости. Но последняя могла быть увеличена путем приложения дополнительного усилия через рукоятку к пятке плуга. Кроме того, относительная сухость почвы не обеспечила здесь хороших условий для быстрого заглубления орудия, в связи с чем сосредоточенное давление на конце лемеха являлось полезным. Наконец, следует отметить, что изогнутость грядилья средиземноморского плуга обеспечивала некоторую «упругость» орудия (грядилья служит в этом случае как рессора, модератор). Близость точки приложения равнодействующей силы от всех действующих на средиземноморский плуг сил к концу лемеха обеспечивает дополнительное давление на тянущее животное в вертикальной плоскости (рис. 3). При работе на пересеченной местности это довольно выгодно, так как до определенной степени увеличивает силу тяги животного²⁹.

Средиземноморский плуг был, по-видимому, относительно легким орудием, не требовавшим в большинстве случаев, если судить по дошедшим до нас изображениям его, более одной-двух пар быков. Это вместе с отмеченной маневренностью его позволяет сделать предположение, что использование данного типа пахотного орудия могло также объясняться и характером землевладения, в частности размерами полей. Как известно, для Греции и Рима на протяжении длительного времени были характерны мелкое землевладение и небольшие размеры полей, обрабатываемых землевладельцами или арендаторами³⁰. Вспомним в связи с этим, что появление передкового (очень устойчивого, но мало маневренного и тяжелого) плуга произошло в период развития крупных римских латифундий³¹.

Область распространения средневропейского плуга в отличие от средиземноморского типа характеризуется умеренной влажностью, ровным рельефом и почвами степного или лугового типа, чистыми от посторонних включений и обеспечивающими хорошие условия заглубления орудия. От плуга требовалась большая устойчивость, ровный ход и зна-

²⁹ К. И. Дебу, Запряжки, СПб., 1911.

³⁰ М. Вебер, Аграрная история древнего мира, М., 6/г.

³¹ «Катон, Варрон, Плиний и Колумелла о сельском хозяйстве», Сельхозгиз, 1937, стр. 257.

чительная глубина обработки. Одновременно в степных условиях оказалось возможным использовать сразу несколько животных для запряжки.

Интересно, что переходные к средиземноморскому типу почвенно-климатические условия создали весьма оригинальный тип пахотного орудия — македонский плуг, который имеет такое же, как и у средневропейского, достаточно равномерное распределение давлений на подошве, но рукоятки которого, как отмечалось, присоединяются к рассохе впереди грядилья. Подобная конструкция может быть объяснена тем, что обработка твердой сухой почвы горных типов весьма неблагоприятна для поддержания глубины хода орудия, так как отрезаемый пласт сходит с лемеха (или отвала) в виде отдельных кусков (рис. 4). Вследствие этого, носок лемеха периодически испытывает разгрузку от усилия сопротивления почвы и стремится подняться вверх. Для устойчивости хода плуга в этих условиях требовалась равномерность распределения давлений на подошве орудия, как и в средневропейском варианте, а быстрое заглубление орудия поддерживалось давлением на рукоятки, которое передавалось непосредственно близко к концу лемеха.

Грядиль в македонском плуге, как и в средиземноморском, изогнут и служит как модератор от перегрузок, возникающих при столкновении орудия с препятствием, или от периодических колебаний тягового усилия, возникающих вследствие отмеченного характера поднимаемого пласта (рис. 4). В средневропейском плуге грядиль, напротив, чаще всего делается прямым, так как почвы этого района в большинстве случаев не засорены, а обработке подвергается чаще всего пласт трав (при залежно-переложном хозяйстве на луговых и степных почвах) или старопахотные чистые земли.

Следует отметить, что между описанными типами плугов нет резких границ. Вполне возможно, в частности, что развитие той или иной формы могло привести к созданию совершенно нового типа плуга. Например, в тех местах, где земледелие первоначально развивалось на лесных или естественно орошаемых землях, исходными формами пахотных орудий могли быть и были только рала. В дальнейшем люди стремились увеличить производство прежде всего за счет освоения новых земель. Ими являлись в районах древнейшего орошаемого земледелия высокие участки, требовавшие искусственного полива, часто покрытые степной сухой растительностью. В этом случае приходилось изменять характер почвообрабатывающей техники. Примером может служить Египет эпохи XVIII династии, когда были освоены большие пространства дельты Нила. К этому времени относится весьма характерная сцена земледельческих работ из росписи на гробнице в Фивах³². На рисунке изображены вырубка леса, уничтожение дернины и, наконец, вспашка плугами с почти горизонтальными рассохами и очень высокими рукоятками. Такое орудие должно было иметь низко расположенный центр тяжести, быть сравнительно (с орудиями, применявшимися в Египте более ранних эпох³³) устойчивыми, что полностью отвечало условиям обработки изображенных на росписи задернелых почв.

Точно так же с продвижением восточнославянского земледелия на юг и восток — из лесной в лесостепную полосу — трансформируются и почвообрабатывающие орудия. Примерами могут служить тамбовская соха с плавно изогнутой, почти горизонтальной рассохой³⁴, использовавшаяся в лесостепных условиях, разнообразные подошвенные и беспо-

³² «Всемирная история», т. I, М., 1955, стр. 336.

³³ См. примечания 22 и 23.

³⁴ A. Petzoldt, *Der Kaukasus*, Leipzig, 1867, стр. 94.

дошвенные орудия восточной полосы России, описанные Фирстовым³⁵, и др.

Из всех рассмотренных форм висячих плугов ни одна не обеспечивает в полной мере устойчивости орудия и требует от пахаря постоянного внимания при управлении. С развитием культуры земледелия и особенно с ростом его масштабов проявляется тенденция постепенной автоматизации процесса вспашки и улучшения качества работы. Вначале это достигалось наиболее примитивным путем — с помощью опорного башмака, поддерживающего грядиль в вертикальной плоскости. Заметим, что полное лишение орудия свободы перемещения относительно источника движения, например, путем установки его на четырехколесной телеге, делает невозможным копирование рельефа поля. Поэтому единственно возможным способом устранения колебаний орудия в вертикальной плоскости, при сохранении способности копирования неровностей почвы, является создание дополнительной опоры грядилья о почву, что и достигалось первоначально опорным башмаком, впоследствии в целях уменьшения трения замененным колесом, а потом — с помощью двухколесного передка, ограничивающего колебания орудия как в вертикальной, так, отчасти, и в горизонтальной плоскостях.

Основной причиной появления и широкого распространения передковых плугов следует считать увеличение размеров землевладельческих хозяйств, увеличение масштабов запашек, преимущественно в степной полосе, на почвах чистых, плотных, с ровным рельефом. Именно в этих условиях эксплуатация подошвенных передковых плугов становится целесообразной, так как обработка небольших клочков земли, полей, лежащих на склонах, засоренных почв требует орудия маневренного и легкого на ходу³⁶.

Таким образом, можно считать, что разнообразие видов и форм пахотных орудий свидетельствует исключительно о их приспособленности к различным условиям применения — как почвенно-климатического, так и общественно-экономического порядка. Закономерность связей почвообрабатывающей техники с указанными факторами видна уже хотя бы из того, что развитие ее в самых разных условиях имело и немало общего. Так, везде, где общество достигло определенного уровня экономического развития, где оно сумело сделать земледелие основной отраслью хозяйства, где были созданы многообразные методы возделывания растений, где было достигнуто разнообразие растительных культур и их агротехники, там, где эта агротехника была достаточно развита, — везде был создан отвальный плуг, чаще всего с четырехугольным остовом. Примерами могут служить Западная Европа, Россия и Китай.

SUMMARY

Analysed in the article from the point of view of mechanics are the basic types of ploughs.

While stressing that the type and specific design of the plough largely depends on concrete soil and climate conditions under which it is used, the author takes issue with those investigators who regard the plough and its parts as a stable ethnographic entity.

³⁵ Г. Фирстов, О земледельческих орудиях восточной полосы России, «Записки Казанского экономического общества», 1854, кн. 3, 6, 7, 9, 10.

³⁶ Э. Рудольф, О плуге и плугах в механическом и земледельческом отношениях, СПб., 1846, стр. 56.