

Кинематика на завоите на енергетични средства в полето при движение с отиване и връщане

Чавдар Златков Везиров, Атанас Здравков Атанасов, Петя Димитрова Радева

Kinematics of energy units' turning in field by to and fro movement method: In this paper the problem choosing of appropriate movement method and headline pattern is studied. Some of relations between energy units velocity, turning angle and main parameters of turning are shown and commented. An approach and practical way for selecting of filed pattern movement and pear-turning parameters are proposed.

Key words: Kinematics, energy units, field movement, pear-shape turns, headland pattern.

ВЪВЕДЕНИЕ

Независимо, че кръговите завои са най-икономични, на практика при малки работни ширини на агрегатите се предпочитат крушовидни завои [3], [7], [8]. Изследванията на кинематиката на селскостопанските агрегати най-вече се отнасят до извършване на оран с обикновени плугове [9], [10], [11]. Приетите препоръки за избора на начин на движение и вид на завои обикновено са общи и не показват как да се определят стойностите на всички критерии, свързани с такъв избор [1], [2], [4]. В настоящата работа се предлага подход и практически отговор на въпроса за избор на завои в зависимост от ширината на агрегата, допустимия ъгъл и постъпателната скорост при завиване. Направено е предположението, че с подходящо съчетаване на скоростта на движение и управлението на ъгловата скорост, завиването може да се осъществява по най-икономичната траектория, т.е. с най-малък разход на време и гориво.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Първият въпрос, на който търсим отговор, е какви видове завои са за предпочитане при различните начини на движение и селскостопански агрегати. За обективизиране на избора използваме следните показатели:

A21 – максимална ширина на завоя, измерена напреко на основното движение в работния участък, B21 – средно максимално отдалечаване на агрегата по направление на движението в работния участък от мястото на излизане/влизане в ивицата за завиване; това разстояние с кинематичната ширина на агрегата определя минимална ширина на ивицата за завиване, D21 – разстояние между местата на влизане/излизане на агрегата в работния участък, измерена напреко на работните ходове.

Както се вижда на фигура 1 в горната част, при кръговите завои B21 е по-малка в сравнение с тази за осморкообразни и крушовидни завои – долната част на фигурата.

Безспорно при совалкови начини на движение D21 точно е равно на работната ширина на агрегата. При движение с прескачане на една или повече работни ширини на агрегата D21 е кратно.

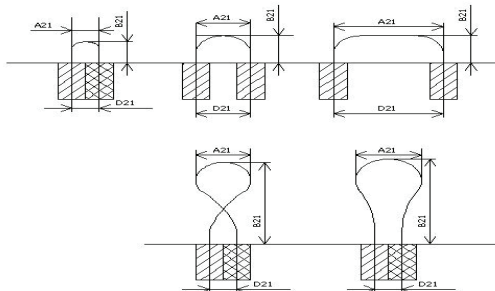
При совалков начин на движение и кръгов завои $A21 = D21$. Ако завиването става точно по окръжност

$$A21 = 2 \cdot R_3,$$

където радиусът на завои R_3 е и радиус на окръжността.

Изборът на подходящи параметри на управление в завоя става по следния начин. Движението след вдигане на работните органи продължава на същата предавка. При целесъобразност се намалява подаването на гориво [5]. Подбира се максималният ъгъл на завиване. Уточняват се местата за промяна на ъгловата

скорост на завиване. Окончателният избор на вида на завой се прави предвид преди описаните показатели и опитността на механизатора.

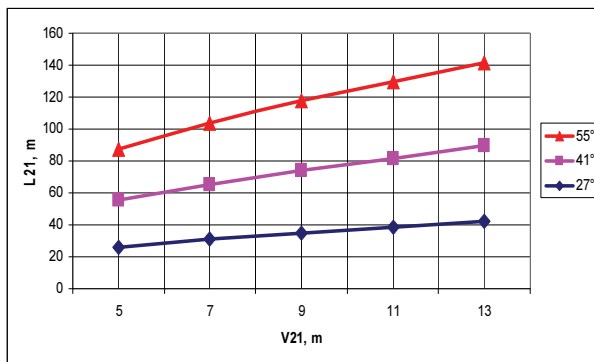


Фиг.1. Примерно съотношение на максималната ширина на завоя A_{21} , най-голямото отдалечаване от местата на влизане/излизане от местата за основна работа B_{21} и разстоянието между местата на влизане/излизане за основна работа D_{21} за кръгови, осморкообразен и крушовиден завой

В действителност A_{21} е по-голямо поради необходимостта от начален преход от права линия към окръжност (например по клотоида), както и в края на завоя. За определянето на тази разлика може да се използва метода за моделиране на завоите, описан в [8]. Допълнително действителният радиус на завой е по-голям поради центробежните сили при завиване [6].

Сравнението на кръговите и крушовидни завой става аналогично. Тъй като това може да се прави с достатъчна точност само за конкретните случаи, по-долу са показани само тенденциите в изменението на основните показатели при завиване за крушовидни завой.

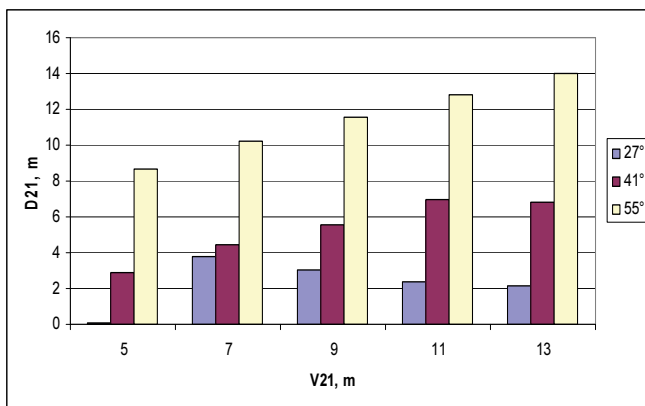
Разбира се, от гледна точка на времето за завиване (като непроизводителна част от сменното време) и съответния непродуктивен разход на гориво, целта е изминатия път при завиване L_{21} да е най-малък. Зависимостите за L_{21} от скоростта на движение при завой V_{21} са показани на следващата фигура 2.



Фиг. 2. Зависимости на дължината на празния ход при симетрични крушовидни завой L_{21} от скоростта при завиване V_{21} за ъгли на завиване 27° , 41° и 55°

Естествено при завиване с достигане на по-голям ъгъл на завиване L21 се увеличава. Използването обаче на по-голям ъгъл на завиване се налага от технологичните изисквания. При по-малки работни ширини на агрегатите, съответно по-малки разстояния D21, необходимо е по-голямо отклонение вляво и вдясно от направлението на движение в работния участък A21/2. От друга страна използването на машини с малка работна ширина води до намалена производителност поради ограниченията на постъпателната скорост от изискванията за качествена работа. В този смисъл допустимата работна скорост на машините, свързана с работната им ширина (единична или в агрегат) силно влияе на дължината на L21. На графиката се вижда и, че по-високата скорост при завиване (по правило т.н. допустима транспортна скорост е по-висока от допустимата работна скорост) също води до нарастване на L21. Това е лесно обяснимо: скоростта на въздействие на органите за завиване е практически постоянна (зависи от водача), при по-висока скорост е необходимо повече време за достигане на отклонението A21/2.

На следващата фигура 3. е показана връзката на разстояние между точките на влизане и излизане D21 от скоростта V21.

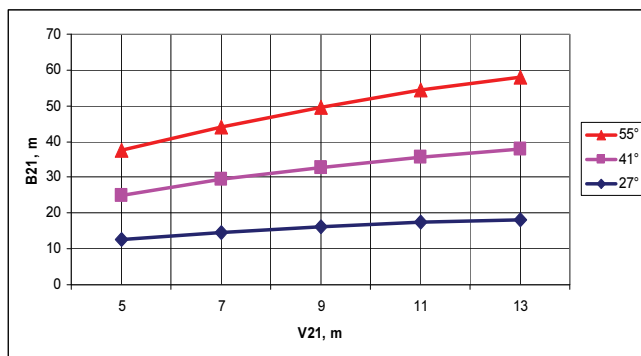


Фиг. 3. Връзка на разстояние между точките на влизане и излизане D21 със скоростта V21 при ъгли на завиване 27°, 41° и 55°

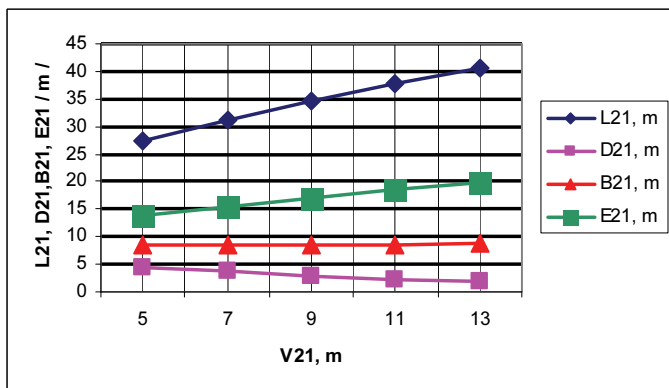
Може да се отбележи, че докато при 27° има тенденция за едностранно нарастване на D21, то при другите ъгли има скорости, при които изменението на D21 променя знака си. Това естествено затруднява избора на подходяща скорост и ъгъл на завиване за желаното D21. Тази особеност определя необходимостта от повече практика на механизаторите при управление на агрегатите в завоя. Изменението на ширината A21 също не може да се опише с линейна зависимост.

Изменението на B21 е подобно на това за L21 – фиг. 4. Причините са аналогични на тези, разисквани при дължината на празния ход.

По подобен начин изглеждат връзките и при несиметрични завои – фиг. 5.



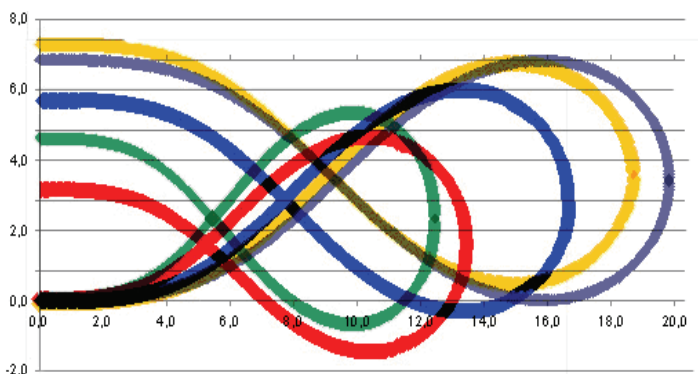
Фиг. 4. Зависимост на максималното разстояние от точките на влизане/излизане по посока на работния ход до мястото на обръщане посоката на движение B21 от постъпателната скорост V21 при ъгли на завиване 27°, 41° и 55°



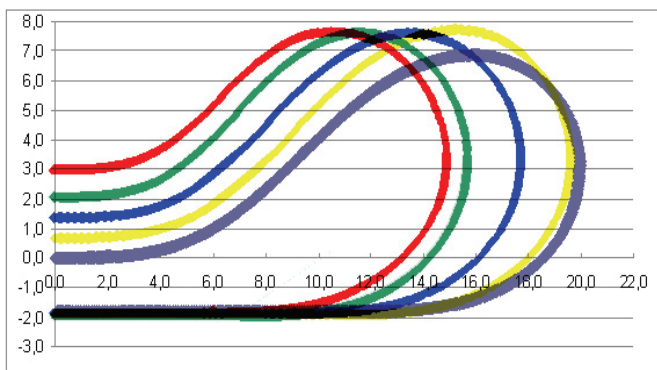
Фиг. 5. Зависимости на дължината на празния ход L21, разстоянията D21, B21 и реалната ширина на ивицата за завои E21 от скоростта на завои V21 при ъгъл на завои 41°

За по-лесно възприемане на някои от взаимовръзките по-долу са показани траекториите на кинематичните центрове на агрегатите при симетрични и несиметрични крушовидни завои – фиг. 6 и 7.

Практически резултатите от използването на крушовидни начини на движение, показват, че по правило механизаторите водят агрегатите по траектория близка до най-икономичната. В случаи на работа с малки ъгли крушовидните завои приемат друга форма и се наричат осморкообразни – D21 приема отрицателни стойности. Така се намаляват стойностите на A21, макар и да нараства дължината на празния ход спрямо обикновения крушовиден завои. Такъв пример може да се види на фигура 8.



Фиг. 6. Траектории на симетрични крушовидни завои при $V_{21} = 5$ km/h в зелено, $V_{21} = 7$ km/h в червено, $V_{21} = 9$ km/h в синьо, $V_{21} = 11$ km/h в жълто, $V_{21} = 13$ km/h – в сиво при ъгъл на завои 41°



Фиг. 7. Траектории на несиметрични (едностранни) крушовидни завои при V_{21} с означения като на предната фигура 41°

Вижда се, че с промяната на постъпателната скорост може да се мени и мястото на връщане за работа на агрегата – вляво или вдясно спрямо направлението на предишния работен ход – положителни и отрицателни стойности за D_{21} . На практика едностранните завои се налагат поради ограничения вляво или вдясно на първия/последния работен ход, така че изменят скоростта на движение (например с подаване на подходящо количество гориво към двигателя), може да се подходи към желаното място за обратния работен ход.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практическото използване на симетрични и несиметрични завои при движение с отиване и връщане може да се управлява с подходящо съчетания на максималния ъгъл на завиване и постъпателната скорост. По този начин се осигурява влизане и излизане за работните ходове на желаните места без съществено увеличаване на празния ход и ивицата за завои



Фиг. 8. Траектории на движение с отиване и връщане и с осморкообразни завои – космически снимки от Google Earth

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бубнов В. З. Кинематика сельскохозяйственных машинных агрегатов на рабочих участках. Москва, 2007.
- [2] Зангиев А. А., Г. П. Лышко, А. Н. Скороходов. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. Москва, 1996.
- [3] Иофинов С. А., Г. П. Лышко. Эксплуатация машинно-тракторного парка. Москва, 1985.
- [4] Лашев В. Движение на техниката в земеделските стопанства. Механизация на селското стопанство, 12, 2007.
- [5] Леви С. Эксплоатация на машинно-тракторния и автомобилния парк. София, 1975.
- [6] Фере Н. Э., В. З. Бубнов, А. В. Еленев, Л. М. Пильщиков. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка. 1978.
- [7] Свирищевски Б. С. Эксплоатация на машинно-тракторния парк. София, 1953.
- [8] Vezirov Ch., At. Atanasov, P. Radeva. Simulation of simple headland turnings for mobile farm machinery. Ecologica, № 62, Beograd, 2011, Gogina XVIII
- [9] Agricultural Machinery – Four-Wheel Tractor – Methods of Test. PHILIPPINE AGRICULTURAL ENGINEERING STANDARD PAES 119: 2001.
- [10] Shah S. G. A., Malik R. J., Memon M. S., Channar A. A. Determination of Efficiency of Different Plowing Patterns. Agric. Mech. Asia. Afr. Lat. Am., Vol. 30; No. 2; Page .23-27 (1999.)
- [11] Trendafilov K. Theoretical determination of the width of strip for turning when ploughing with a traditional plough in a field with irregular shape. AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, VOL. 3, No 1, pp 31 - 33, 2011. http://tru.uni-sz.bg/ascitech/1_2011/2_2.pdf

За контакти:

Доц. д-р Чавдар Златков Везиров, катедра “Земеделска техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 442, e-mail: vezirov@uni-ruse.bg,

Доц. д-р Атанас Здравков Атанасов, катедра “Земеделска техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 442, e-mail: atanasov@uni-ruse.bg,

Инж. Петя Димитрова Радева, катедра “Земеделска техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 484, e-mail: pradeva@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.