СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 624.132.3

Гасанов Т.Г., Гусейнов М.Р.

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬ-СТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ РД

Gasanov T.G., Gusejnov M.R.

THE QUESTION OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF CONSTRUCTION AND OPERATION OF THE RICE IRRIGATION SYSTEMS IN TERMS OF RD

В статье приводятся результаты исследований различных вариантов технологии проведения планировки и перспективы её совершенствования на основе внедрения лазерных систем контроля. Дается анализ и состояние планировочных работ на рисовых чеках в условиях Республики Дагестан (РД).

Ключевые слова: рисовый чек, съемка поверхности, лазерная система, проектирование планировки, технология, автоматическое управление.

The article presents the results of studies of various options for technology planning and prospects for its development through the introduction of laser systems of control. An analysis and planning work in rice fields in the conditions of the Republic of Daghestan (RD).

Key words: rice field, shooting surface, laser system, planning project, technology, automatic management.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и экономия поливной воды всегда является приоритетными направлениями в орошаемом земледелии. Решение этих проблем в области рисосеяния во многом зависит от точности планировки поверхности рисовых чеков. При строительстве и эксплуатации инженерных рисовых систем планировочные работы занимают особое место, так как при поливе затоплением в период вегетации риса к ровности поверхности чека предъявляются исключительно высокие требования [1,3].

На рис.1. [1,2] представлены данные натурных исследований, характеризующие влияние точности планировки рисовых чеков на урожайность риса и затраты поливной воды на тонну выращенного риса-сырца.

Анализируя зависимости $Y_j = f_1(\sigma_i)$ можно видеть их общий характер, проявляющийся в снижении урожайности с ростом среднеквадратичных отклонений отметок поверхности рисовых чеков σ_i . Различия в численных значениях Y_j обусловлены сортами культур риса и условиями их выращивания. Зависимость расхода воды $Q_i = f_2(\sigma_i)$ имеет обратный характер, т.е. с увеличением значений σ_i наблюдается рост расхода воды. Таким образом, из представленных зависимостей следует, что для получения наибольшей урожайности риса и наименьшего расхода воды нужна более точная планировка (σ в пределах 2...3 см).

Обследования состояния поверхности рисовых систем показывают, что вертикальные отклонения отметок на отдельных чеках, на которых не проводили планировочные работы в течение 10 и более лет, доходят до ±30 см и более. В настоящее время в Кизлярском районе РД около 45% площадей посевов риса с отклонениями более ±5 см нуждаются в точной планировке, поскольку на таких чеках потери урожая могут составлять 1,0...1,2 т/га, а перерасход воды около 1000...1400 м³ на 1 т риса сырца [1]. В последнее время уделяется большое внимание повышению урожайности в рисосеющих хозяйствах республики.

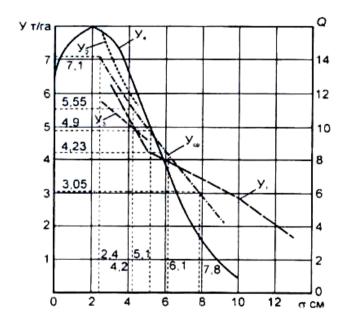


Рисунок 1 - Зависимости урожайности риса Y_j и расход воды Q_i от среднеквадратичных отклонений σ_i отметок поверхности рисовых чеков по данным: Y_1 - Е.Б. Величко и Б.Б. Шумакова; Y_2 - Крымского СХИ; Y_3 - ИЦ «Луч»; Y_4 - В.А. Попова; Y_{cp} - осредненные значения

Для решения этой задачи необходима современная техника и передовые технологии точной планировки рисовых чеков.

После ряда лет эксплуатации рисовой оросительной системы независимо от качества выполнения капитальной планировки возникает необхо-

димость проведения эксплуатационной планировки, при этом удельный объем земляных работ составляет 250-300 м³/га, величина срезок -10-15 см.

Как показал анализ различных способов планировки, при строительстве и эксплуатации рисовых чеков следует осуществлять постоянный геодезический контроль, поскольку скреперисты в процессе производства работ пользуются данными промежуточной нивелировки чека.

Перед планировкой обычно проводят вертикальную съемку поверхности рисовых чеков и составляют проект планировочных работ. Проектная отметка чека обеспечивает баланс земляных работ и дает возможность установки рабочего органа машины на проектной высоте.

Вертикальную съемку чека выполняют или вручную оптическим нивелированием по квадратам 20х20 м, или с применением модернизированного автонивелира АН-2, смонтированного на самоходном шасси или тракторе и работающего совместно с лазерным передатчиком (рис.2), как это выполняется в хозяйствах «Кубаньмелиоводхоз» и др. Пульт управления автонивелира располагают в кабине транспортного средства. Он имеет встроенный блок памяти, служащий для долговременного хранения данных нивелировки и последующей передачи их в персональный компьютер. Съемка ведется по створам через 20 м параллельными проходами. Точное позиционирование машины на чеке может достигаться установкой на неё GPS-оборудования [1,2], что позволяет исключить трудоемкую подготовку створов, автоматизировать управление движением и повысить производительность работ.

Проектирование планировочных работ при использовании данных оптической съемки проводят вручную, а при использовании автонивелира — на персональном компьютере с помощью программного обеспечения ПОЧЕК. Для этой цели пульт управления с данными съемки подключают к компьютеру. В результате обработки данных получают проекты планировки чеков в виде картограммы микрорельефа и схемы перевозки грунта. Компьютерное проектирование обеспечивает точный баланс земляных работ, прогноз урожайности риса и расхода воды по состоянию рельефа, а также оптимальное решение транспортной задачи с отображением схемы перевозки грунта и определением расстояний [1].

Исследования, проведенные в рисоводческом совхозе «Ждановский» Кизлярского района РД, показали, что существенного улучшения качества планировки при строительстве рисовых чеков можно достигнуть с использованием лазерных систем контроля. Осуществляя контроль планировки с помощью лазерной системы, машинист скрепера непрерывно получает информацию о неровностях чека. Это дает возможность соблюдать точность планировки с требуемым допуском. Внедрение лазерных систем при планировке рисовых чеков позволяет повысить производительность и эффективность использования не только строительных машин, но и специализированных геодезических служб, которые обеспечивают фронт работ

механизированным бригадам и осуществляют контроль за ходом строительства.

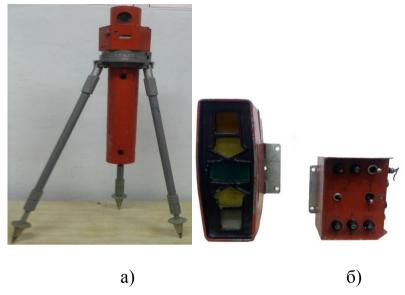


Рисунок 2 - Лазерно-приемные устройства а - лазерный передатчик (излучатель); б - приемник устройства с фотодиодом и светофильтрами

Для планировки чеков используют разные землеройно-планировочные машины. При больших объемах земляных работ (более $100 \text{ м}^3/\text{га}$) и значительной толщине срезки (свыше 10 см) в плотных грунтах влажностью до 30% и больших расстояниях возки (более 100 м) применяют скрепера различных марок как прицепные, так и полуприцепные — Д-569, Д3-33, Д3-77, Д3-87 и др. (рис.3).



Рисунок 3 - Скрепер ДЗ-77 с лазерно-приемным устройством ОКО-30

Автоматизация работы землеройно-планировочных машин обеспечивается лазерной системой 3-го поколения, служащей для автоматического управления высотным положением рабочего органа машины. Она состоит

из лазерного передатчика, лазерно-приемной аппаратуры и гидроблока. В качестве лазерных передатчиков наибольшее распространение получили зарубежные лазерные нивелиры L-600 (США), LP-30AS (Япония), отечественные СКП-1 (рис.2), формирующие лазерную горизонтальную опорную плоскость путем кругового вращения лазерного луча [1,2,3]. При работе штатив передатчика устанавливают на высоте 3-3,5 м от поверхности чека на земляной вал или на поверхность чека.

Среди последних отечественных конструкций лазерно-приемной аппаратуры находит применение модель ОКО-30, предназначенная для автоматического формирования электрических команд управления гидроблоком машины. Приемник устройства (рис.2б) закрепляют над режущей кромкой рабочего органа машины, а пульт управления устанавливают в кабине трактора. В качестве гидроблока лазерной системы управления применяют универсальную модель ГБ-У, которая предназначена для преобразования электрических команд, поступающих от пульта управления лазерно-приемного устройства, в команды управления контуром гидравлической системы, регулирующим высотным положением рабочего органа землеройной машины [1,4].

Среди разных технологий планировки чеков, применяемых в настоящее время при объемах земляных работ свыше 100м^3 /га и глубине срезки более 10 см, наиболее эффективной является «классическая» (капитальная планировка). Она включает планировку скреперами оснащенные лазерной системой автоматического управления и окончательную — на всей площади чека автоматизированным длиннобазовым или короткобазовым планировщиком за 1-2 прохода [3].

Для разработки технологии планировки рисовых чеков с применением лазерной системы контроля в условиях РД были проведены исследования, в ходе которых решались следующие вопросы: определение оптимального состава скреперов, оснащенных фотоприемниками в бригаде; эффективность применения скреперов при доводочной планировке; влияние лазерного контроля на повышение производительности и др.

С целью определения оптимального оснащения бригады лазерными фотоприемниками планировочные работы проводились по шести вариантам и различным числом фотоприемников в бригаде (табл.1). По каждому варианту работали три бригады скреперистов (по шесть машин в каждой) на площади не менее 8 га. Грунты в рассматриваемой карте представлены суглинками и супесями в равном соотношении. Песчаные грунты имеют подчиненное назначение и залегают в виде линзообразных отложений. Влажность грунтов природная. Мощность растительного слоя 10-30 см.

В первом варианте планировку проводили без оснащения скреперов фотоприемниками, в остальных вариантах фотоприемники снабжали последовательно один, два, три, четыре и шесть скреперов в каждой бригаде. Качество планировки контролировалось двумя лазерными установками

СКП-1; одна установка обслуживала две смежные бригады, другая – только третью.

Таблица 1 -	Определение	оптимального	состава	оснащенных скреперов
-------------	-------------	--------------	---------	----------------------

Процент	Количес-	Площадь	Объем	Рассто-	Среднее	Число	Норма	Факти-	Кп	P	K_3	Рэп
оснащения	тво фо-	плани-	плани-	яние	рассто-	ма-	выра-	ческая				
лазерными	TO-	ровки,	ровки,	между	яние возки	шино-	ботки, м ³	выработ-				
фотопри-	прием-	га	M^3	поло-	грунта, м	смен	в смену	ка, м ³ в				
емниками	ни-ков			сами, м				смену				
0	0	10,4	7800	20	140	34,62	172	225,3	1,0	131	1,0	131
16,66	3	9,5	7830	20	140	31,52	172	248,4	1,0	144	0,9	143
33,33	6	12,1	9070	15	160	35,70	156	254,3	1,0	163	0,9	165
50,00	9	14,6	13240	10	170	53,83	148	246,0	1,04	166	0,9	169
66,67	12	14,2	13640	20	175	56,47	144	241,5	1,04	167	0,9	170
100,00	18	13,5	12150	25	170	48,30	148	251,6	1,04	170	0,9	169

При планировке рисовых чеков осуществляли фотографию рабочего дня каждого скрепера, выборочный хронометраж по каждому скреперу, фотоучет периодических работ по привязке излучателя к проектной плоскости чека, съемку чеков перед работой скреперов и после работы длиннообразного планировщика, фотоучет работы длиннобазового планировщика.

Относительную эффективность планировки $(P_{\text{эп}})$ можно выразить следующим уравнением:

$$P_{\ni\Pi} = \kappa_{\Pi} \kappa_{3} p \tag{1}$$

где κ_n - коэффициент, характеризующий влияние качества планировки на производительность труда; κ_3 - коэффициент, характеризующий влияние дополнительных затрат времени на работу с лазерным излучателем на производительность труда; р-производительность труда при планировке рисовых чеков.

Хронометражные наблюдения по трем бригадам показали, что при общей длине пути возки грунта, равной 300-350 м, продолжительность рейса скрепера ДЗ-33 в среднем составляет 175-225 с.

На основе полученных данных по всем шести вариантам построен график зависимости относительной эффективности планировки (выраженный в процентах) от процента оснащенности скреперов фотоприемниками $P_{\text{эп}}=f(\Pi_{\text{o}})$ (рис.4). Даже при 15-20%-ном оснащении бригад фотоприемниками качество планировки хорошее — с точностью ± 3 -4 см. Оптимальный вариант оснащенности скреперов лазерными фотоприемниками на бригаду -30-35%. Так как относительную эффективность планировки устанавливают по отношению к первому варианту (без применения лазерных установок), то поэтому шкала отчета на графике принята с учетом вычета его значения из остальных вариантов.

Во время проведения исследований по всем вариантам чеки выбирают с учетом примерно одинаковых удельных объемов работ, так как с их уве-

личением эффективность применения лазерного контроля планировки снижается. При более тонком слое срезки-подсыпки грунта роль лазерного контроля увеличивается.

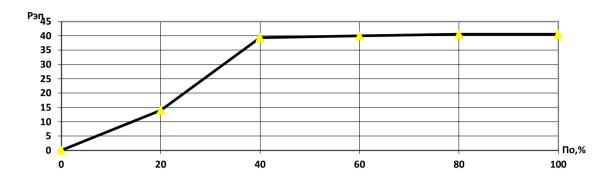


Рисунок 4 - Зависимость относительной эффективности планировки $P_{\text{эп}}$ (%) от процента оснащения скреперов фотоприемниками Π_{o} (%)

Привязку к плоскости рисового чека лазерной системы проводили геодезическими инструментами (рис.5), нивелировку чека по квадратам проводили без разбивки колышками.

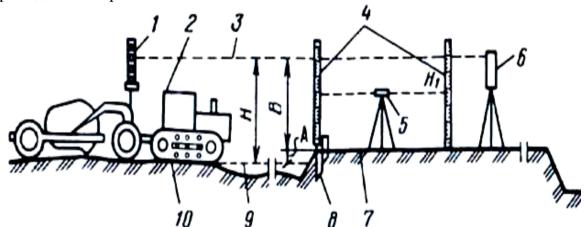


Рисунок 5 - Схема привязки излучателя к плоскости рисового чека: 1-фотоприемное устройство; 2-тягач; 3-луч лазера; 4-рейка; 5-нивелир; 6-лазерный излучатель; 7-насыпь картового оросителя; 8-временный репер; 9-средняя плоскость чека; 10-поверхность чека

Проведенные исследования позволили разработать технологическую карту на производство планировки с применением лазерной системы контроля СКП-1 для районов строительства рисовых оросительных систем в РД. Привязку технологической карты к конкретному объекту строительства проводили путем уточнения объемов работ с учетом максимального использования парка строительных машин, а также с учетом схемы орга-

низации строительного процесса в соответствии с фактическими размерами планируемого поля.

При строительстве рисовой оросительной карты методом бескулисной планировки с применением лазерной системы контроля до начала планировки были выполнены следующие работы: строительство полевого стана с пунктом технического обслуживания и мелкого ремонта техники; доставка и размещение на полевом стане необходимых машин и механизмов; строительство подъездных путей, а также хозяйственной сети и картовых оросительных и сбросных сетей со всеми необходимыми гидротехническими сооружениями.

Планировка рисовых чеков была проведена в следующей технологической последовательности: маркировка чеков грейдером; строительная разбивка чеков и закрепление сетки квадратов; нивелировка чеков по квадратам и камеральная обработка съемки; привязка излучателя к плоскости чеков и настройка фотоприемников; нарезка маячных полос скреперами, снабженными фотоприемниками; общая планировка чеков скреперами с устройством валиков; оправка валиков грейдером; чистовая планировка чеков длиннобазовым планировщиком; исполнительный контроль планировки лазерным фотоприемником.

Таблица 2 - Основные технико-экономические показатели технологической карты площадью 10,5 га

Показатели	По ЕНиР	По расчету
Трудоемкость планировки всей карты, челч	57	42
Трудоемкость на 1 га челч	5,43	4,0
Затраты рабочего времени на 1 га, машсмен	5,02	4,0
Выработка на одного рабочего в смену, га	0,136	0,228
Расход дизельного топлива на 1 га, кг	400	318

Строительство оросительной карты осуществлялось поточным методом скреперной бригадой, в которой использовались десять скреперов, длиннобазовый планировщик и грейдер. Лазерными фотоприемниками были снабжены 3 скрепера, т.е. три скрепера из десяти нарезали маячные полосы, остальные семь проводили планировку, ориентируясь по маячным полосам.

Лазерная информативная система оперативного контроля позволила облегчить процесс планировки, повысить производительность на 25%, сократить сроки освоения земель под рис на 20%.

Необходимый технологический комплекс машин и оборудования приведен в таблице 3.

Таблица 3 - Технологический комплекс машин и оборудования для планировки

Наименование	Тип	Марка	Коли-	Техническая харак-
	11111	Trupitu	чество,	теристика
			ШТ.	reprierring
Скрепер	Прицепной на тяге ДТ-75	Д3-33	10	Вместимость ковша 3 m^3
Грейдер	Тяжелый прицепной на тяге Т-	Д-20 БМА	1	Длина отвала 3,7 м
Планировщик длиннобазовый	На тяге трактора «Кировец»	Д-719	1	Ширина захвата 4 м
Нивелир	Глухой	НГ-1	1	_
Штатив	Складной	_	1	_
Рейка ниве-	Складная	_	2	_
лирная				
Система кон-	Лазерная	СКП-	1	1 излучатель, 10 фо-
троля плани-		1		топриемников
ровки				
Стержень	Двухметровый	_	2	_
Колышки	Деревянные	_	300	_

Выводы

- 1. Повышение урожайности риса и экономия топливной воды одна из приоритетных задач в области рисосеяния, которую можно достичь за счет применения новых технологических приемов и современных средств механизации и автоматизации планировочных работ на рисовых чеках с допуском неровностей $\pm 2...3$ см.
- 2. Для облегчения работ по проектированию планировочных работ в условиях РД следует внедрять компьютерное проектирование с программным обеспечением ПО-ЧЕК.
- 3 Использование современных скреперов на планировочных работах с применением лазерной системы позволяет:
- а) Исключить дополнительные трудозатраты на предварительное устройство маячных полос с привлечением геодезической службы.
- б) Выполнить чистовую доводку полос в процессе их планировки, что исключает последующие доработки скреперами всего чека после его «грубой» планировки.
- в) Повысить точность планировки чеков до $\pm 2...3$ см, вместо предусмотренного проектом нормативов ± 5 см, что дает возможность получать более высокие урожаи риса.

- г) Повысить производительность труда за счет поточности работ в механизированной бригаде и осуществлении постоянного контроля планировки в ходе работ.
- д) Применение данной технологии с применением лазерных систем позволяет повысить производительность труда на 20-30% и сокращения сроков строительства рисовых полей.
- 4. Капитальная планировка с применением лазерных систем контроля позволяет в дальнейшем ограничиваться только эксплуатационной, рассчитанной на меньшие объемы земляных работ.
- 5.Удельный экономический эффект планировочных работ составляет около 3000-3600 руб/га за счет повышения урожайности риса после точной планировки.

Библиографический список:

- 1. Ефремов А.Н. Методические указания по планировке орошаемых земель с применением лазерной техники. М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2005.
- 2. Ефремов А.Н. Опыт выполнения работ по планировке рисовых чеков в Краснодарском крае// Мелиорация и водное хозяйство. №3, 2010.
- 3. Гасанов Т.Г., Магомедов Б.Я. Технология и организация планировочных работ на рисовых чеках в условиях Дагестанской АССР. М.: ЦБИТИ Минводхоза СССР, серия 1. Орошение и оросительные системы, выпуск 4, 1987.
- 4. Гасанов Т.Г. Методические указания к лабораторной работе №10 (скрепер) по дисциплине «Строительные машины и автоматизация в строительстве». Махачкала, ДПТИ, 1989.

УДК 624.011.1

Киявов У.А., Муселемов Х.М., Устарханов О.М., Устарханов Т.О.

ВЛИЯНИЕ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯ-НИЕ ТРЕХСЛОЙНОЙ БАЛКИ ПАРАМЕТРОВ ДИСКРЕТНОГО ЗА-ПОЛНИТЕЛЯ

Kiayvov U.A., Muselemov Kh.M., Ustarkhanov O.M., Ustarkhanov T.O.

THE INFLUENCE ON THE STRESS-STRAIN STATE SANDWICH BEAMS PARAMETERS OF DISCRETE FILLER