

МЕХАΝІЗАЦЫЯ, ЭНЕРГЕТЫКА, АўТАМАТЫЗАЦЫЯ

УДК 631.3-52:681.12

А. А. УСПЕНСКИ

МЕМБРАННЫЯ КАМЕРНЫЯ ДАТЧЫКІ РАСХОДУ ВАДКАСЦІ ШЫРОКАГА ВЫКАРЫСТАННЯ *

У цяперашні час для вымярэння расхода неэлектраправодных вадкасцяў, у прыватнасці дызельнага паліва, бензіну і мазуту, ужываюцца расходамеры на аснове поршневых, зубчастых і турбінных датчыкаў расхода [1—10], галоўнымі недахопамі якіх з'яўляюцца нізкая надзейнасць і (або) высокі кошт, што не дазваляе выкарыстоўваць іх ва ўмовах звычайнай эксплуатацыі на трактарах, аўтамабілях і іншых мабільных і стацыянарных машынах, якія выкарыстоўваюцца ў сельскай гаспадарцы. Адным з перспектывных тыпаў датчыкаў, якія ўжываюцца для вымярэння расхода паліва, з'яўляюцца мембранныя камерныя датчыкі расхода, распрацаваныя Беларускай дзяржаўнай політэхнічнай акадэміяй сумесна з Цэнтральным навукова-даследчым інстытутам механізацыі і электрыфікацыі сельскай гаспадаркі, Таварыствам з абмежаванай адказнасцю «Сістэм А» і Вышэйшым тэхнічным вучылішчам імя А. Кынчава (НРБ).

Прынцып дзеяння мембранных камерных датчыкаў вадкасці заснаваны на перамяшчэнні рухомага элемента (мембраны) пад ціскам вадкасці, якая вымяраецца. У выніку гэтага адбываецца адмерванне пэўных яе аб'ёмаў. Такія датчыкі складаюцца (рыс. 1) з першаснага

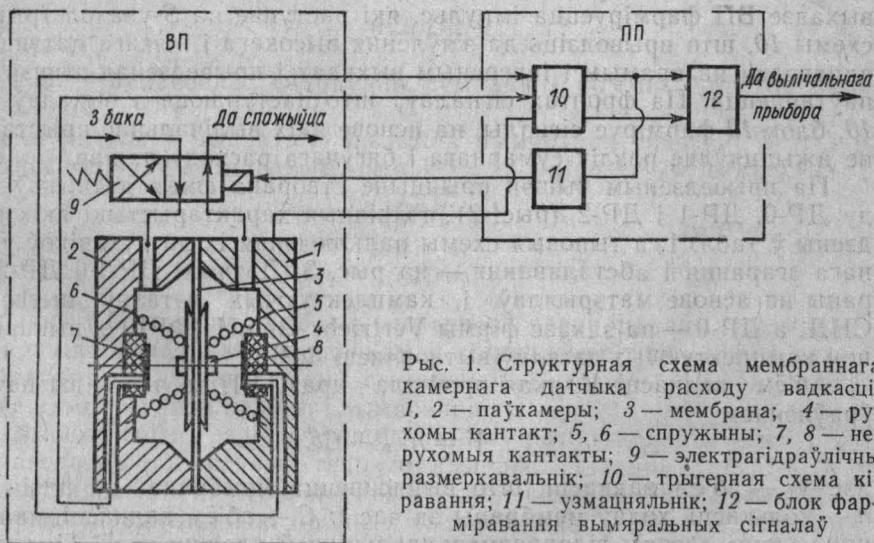


Рис. 1. Структурная схема мембраннага камернага датчыка расхода вадкасці: 1, 2 — паўкамеры; 3 — мембрана; 4 — рухомы кантакт; 5, 6 — спружыны; 7, 8 — нерухомыя кантакты; 9 — электрагідраўлічны размеркавальнік; 10 — трыггерная схема кіравання; 11 — узмацняльнік; 12 — блок фарміравання вымяральных сігналаў

* Навуковы кансультант — акадэмік Акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь І. С. Нагорскі.

вымяральнага (ВП) і перадавальнага (ПП) пераўтваральнікаў і працуюць наступным чынам. Дапусцім, што ў зыходны момант часу на прамым выхадзе трыгернай схемы 10 існуе высокі, а на інверсным — нізкі патэнцыял. У гэтым выпадку сігнал на выхадзе ўзмацняльніка 11 адсутнічае, і паліва праз размеркавальнік 9 працякае так, як паказана на рыс. 1. Пры паступленні паліва ў левую частку камеры мембрана 3 з кантактамі 4 перамяшчаецца да правай сценкі камеры. У момант замыкання кантактаў 4 і 8 на першым выхадзе ВП фарміруецца імпульс, які

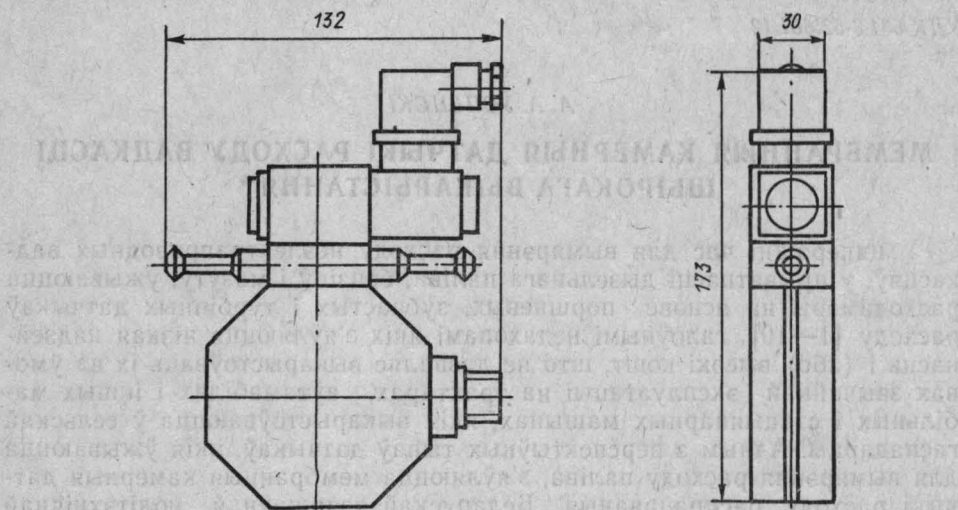


Рис. 2. Агульны выгляд датчыка расходу вадкасці ДР-0

паступае на R -уваход схемы 10, што выклікае ўзнікненне нізкага і высокага патэнцыялу адпаведна на яе прамым і інверсным выхадах. Нізкі патэнцыял паступае на ўваход узмацняльніка 11 і дазваляе праходзіць току праз электрамагніт размеркавальніка 9, у выніку чаго становішча залатніка размеркавальніка змяняецца на супрацьлеглае і паліва з бака пачне паступаць у правую частку вымяральнай камеры, а з левай — выходзіць да спажываўца. У момант замыкання кантактаў 4 і 7 на другім выхадзе ВП фарміруецца імпульс, які паступае на S -уваход трыгернай схемы 10, што прыводзіць да з'яўлення высокага і нізкага патэнцыялаў адпаведна на прамым і інверсным выхадах і прыведзеная вышэй схема паўтараецца. Па фронтах сігналаў, што паступаюць з выхадаў схемы 10, блок 12 фарміруе сігналы, на аснове якіх вылічальнае прыстасаванне ажыццяўляе разлік сумарнага і бягучага расходу паліва.

Па прыведзеным вышэй прынцеце створана сям'я датчыкаў расходу ДР-0, ДР-1 і ДР-2 (рыс. 2), тэхнічныя характарыстыкі якіх прыведзены ў табл. 1, а тыповыя схемы падключэння іх да рухавікоў унутранага згарання і абсталявання — на рыс. 3. Датчыкі ДР-1 і ДР-2 створаны на аснове матэрыялаў і камплектуючых дэталей вытворчасці СНД, а ДР-0 — па заказе фірмы Vertriebs GmbH (ФРГ) з выкарыстаннем камплектуючых дэталей вытворчасці ФРГ.

Аб'ём вадкасці V , якая прайшла праз ВП за час t , вызначаецца ўраўненнем

$$V = nV_0 + Ct,$$

дзе V_0 — аб'ём вадкасці, што выпяцняецца мембранай за адзін цыкл; n — колькасць ходаў мембраны за час t ; C — аб'ём вадкасці, якая працякае праз зазоры гідразмеркавальніка ў адзінку часу. Падзяліўшы гэтае ўраўненне на час t , пры $n=1$ атрымаем выраз для аб'ёмнага расходу Q :

$$Q = V_0/t + C.$$

Табліца 1. Тэхнічныя характарыстыкі датчыкаў расходу

Тып датчыка	ДР-0	ДР-1	ДР-2
Вязкасць вадкасці, сСт, не больш	400	400	400
Электрычная праводнасць вадкасці, См/м, не больш	0,00001	0,00001	0,00001
Аб'ём порцыі вадкасці, мл	2,50...10	2,50...40	50...200
Адносная памылка датчыка, % (не больш)**	1,0	1,0	1,0
Мінімальны расход вадкасці, л/гадз, не больш	0,5	0,5	0,5
Максімальны расход вадкасці, л/гадз, не менш*	30...120	30...480	600...2400
Страта напору на ВП, МПа, не больш	0,02	0,02	0,1
Максімальны рабочы ціск, МПа, не больш	1,0	1,0	1,0
Напружанне сілкавання пастаяннага току, В	10...16 або 20...30	10...16 20...30	10...16 20...30
Спажываемая магутнасць, ВА, не больш	50	50	100
Даўжыня жгута, які злучае ВП і ПП, м, не больш	1000	1000	1000
Габарытныя памеры ВП, мм, не больш	173×132×30	200×185×47	310×230×70
Габарытныя памеры ПП, мм, не больш***	50×50×40	50×50×40	50×50×40
Маса ВП, кг, не больш	1,0	3,0	10,0
Маса ПП, кг, не больш***	0,08	0,08	0,08

* Залежнасць паміж максімальным расходам вадкасці $Q_{\text{тм}}$ і аб'ёмам V порцыі вадкасці апісваецца ўраўненнем: $Q_{\text{тм}}=12 V$ (напрыклад, калі $V=50$ мл, то $Q_{\text{тм}}=600$ л/гадз); ** пры вымярэнні не менш Q літраў вадкасці, дзе $Q=0,4 V$ (напрыклад, калі $V=50$ мл, то $Q=20$ л); *** пры выкананні ПП у выглядзе аўтаномнага блока.

Адносная памылка вымярэння сумарнага і аб'ёмнага расходаў вадкасці, што вымяраюцца прыборамі на аснове такіх датчыкаў, разлічваецца адпаведна па формулах

$$P_v = (Vt - V)/Vt,$$

$$P_c = (Qt - Q)/Qt,$$

дзе Vt і Qt — адпаведна сапраўдны сумарны і аб'ёмны расход вадкасці.

Падстаўляючы ў выраз для памылак вымярэння значэнні V і Q з папярэдніх выразаў і ўлічваючы, што $Vt=nV_0$, а $Qt=V_0/t$, атрымаем

$$P_v = - (Ct)/(V_0 n),$$

$$P_c = - (Ct)/V_0.$$

Памылка паказанняў прыбораў на аснове распрацаваных датчыкаў прама прапарцыянальная працечкам у гідраразмеркавальніку і адваротна прапарцыянальная аб'ёму вымяральной камеры ВП. Працечка вызначае адмоўны знак памылкі вымярэння.

Для высвятлення галіны выкарыстання распрацаваных датчыкаў былі праведзены адпаведныя тэарэтычныя даследаванні іх [11, 12], а таксама стэндавыя [13—15], палявыя і дарожныя выпрабаванні [16, 17]. У прыватнасці, датчыкі прайшлі выпрабаванні ў Беларускай дзяржаўнай політэхнічнай акадэміі, Вышэйшым тэхнічным вучылішчы імя А. Кынчава, Грузінскім політэхнічным інстытуце, НВА «Груздарнавука», канцэрне «Кузбасразрэзвугаль», на Заходняй машына-выпрабавальнай станцыі, мінскіх трактарным, маторным і аўтамабільным за-

водах, Адэскім вытворчым аб'яднанні «Харчмаш», фірмах Biotronic Vertriebs GmbH і Schlüter (ФРГ).

Выяўлена, што датчыкі 1) дазваляюць вымераць расход дызельнага паліва, бензіну, мазуту і іншых аналагічных вадкасцяў; 2) працуюць як на разраджэнне, так і пад ціскам; 3) пры выкарыстанні на аўтатранспартных сродках не патрабуюць устаноўкі дадатковых фільтраў для ачысткі паліва; 4) могуць выкарыстоўвацца пры правядзенні палявых і дарожных выпрабаванняў трактароў, сельгасмашын і аўтамабіляў, а таксама ва ўмовах іх звычайнай эксплуатацыі; 5) на аўтатранспартных сродках могуць выкарыстоўвацца ў якасці супрацьугонных прыстасаванняў, а на астатнім абсталяванні — у якасці прыстасавання для экстраннага спынення падачы вадкасці ў выпадку аварыі на аб'екце; 6) на аснове распрацаваных датчыкаў могуць быць створаны прыборы для вымярэння загрузкі дызельных рухавікоў, якія дазваляюць павысіць эфектыўнасць выкарыстання машынна-трактарных агрэгатаў і іншых мабільных сельгасмашын, а таксама сістэмы дазіравання розных вадкасцяў.

На аснове распрацаваных датчыкаў створаны расходамеры РТ1, РТ2, РТ3 і РТ4; мабільны агракамп'ютэр MONOMAC і аўтамабільная бартая інфармацыйная сістэма БИС-1А, тэхнічныя характарыстыкі якіх прыведзены адпаведна ў табл. 2 і 3.

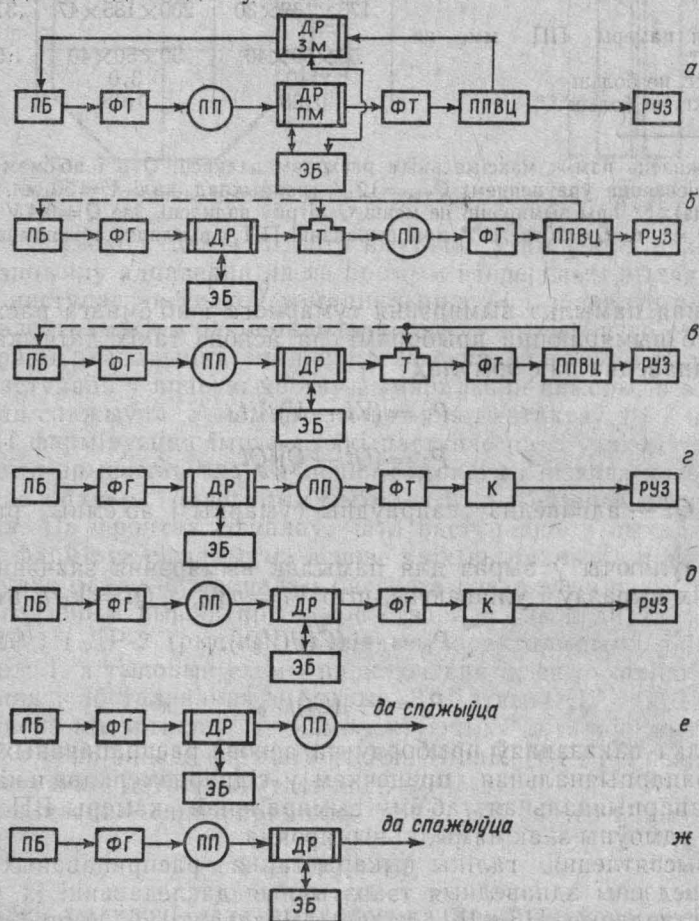


Рис. 3. Тыпавыя схемы падключэння датчыкаў расход вадкасці да дызельных (а—в), карбюраторных (г, д) рухавікоў і абсталявання (е, ж): ПБ — паліўны бак; ФГ і ФТ — адпаведна фільтры грубай і тонкай ачысткі; ПП — помпа, якая падае паліва; ППВЦ — паліўная помпа высокага ціску; К — карбюратар; РУЗ — рухавік унутранага згарання; ДР 3М і ДР ПМ — датчыкі расход, устаноўлены адпаведна ў магістралі, праз якія адпаведна зліваецца і падаецца паліва; Т — трайнік; ЭБ — электронны блок

Таблиця 2. Технічні характеристики расходомераў РТ1, РТ2, РТ3 і РТ4

Тип расходомера	РТ1	РТ2	РТ3	РТ4
Адлюстроўваемыя параметры:				
сумарны расход	+	+	+	+
сумарны расход за час доследу	+	+	+	+
бягучы расход	—	—	+	+
Адносная памылка паказанняў расходомера, %, не больш	1,0	1,0	1,0	1,0
Емістасць электрамеханічнага лічыльніка колькасці порцый вадкасці	999999	—	—	—
Емістасць электрамеханічнага лічыльніка сумарнага расходу вадкасці (л), не менш, пры аб'ёме порцыі вадкасці, мл:				
2,50—10,0	—	9999,99	9999,99	—
10,01—100,0	—	99999,9	99999,9	—
100,1—200	—	999999	999999	—
Колькасць значымых лічбаў табло электроннага блока, які адлюстроўвае бягучы (л/гадз) і сумарны расход вадкасці (л)	—	—	4	—
Колькасць значымых лічбаў табло электроннага блока, які адлюстроўвае бягучы расход вадкасці, л/гадз	—	—	—	4
Колькасць асноўных значымых лічбаў табло электроннага блока, які адлюстроўвае сумарны расход вадкасці, л	—	—	—	4
Колькасць дадатковых значымых лічбаў для адлюстравання сумарнага расходу вадкасці, л	—	—	—	—
Месцазнаходжанне ПП		убудаваны		аўтаномны
Захаванасць інфармацыі аб сумарным расходзе пры адключэнні сілкавання			захоўваецца	
Магчымасць падключэння другога ВП пры наяўнасці на аб'екце зліўнай магістралі	—	+	+	+
Магчымасць падключэння знешняй рэгіструючай апаратуры	+	+	+	+
Напружанасць сілкавання пастаяннага току, В	10...16 або 20...30	10...16 20...30	10...16 20...30	10...16 20...30
Спажываемая магутнасць (ВА), не больш, пры рабоце з датчыкам:				
ДР-0 або ДР-1	50	50	60	50
ДР-2	100	100	125	100
Габарытныя памеры ЭБ, мм, не больш	155×120×66	200×145×74	258×150×142	105×105×90
Габарытныя памеры пульта кіравання, мм, не больш	—	—	133×55×53	—
Маса ЭБ, кг, не больш	0,7	1,8	2,7	0,5
Маса пульта кіравання, кг, не больш	—	—	0,3	—

Таблиця 3. Технічні характеристики мобільного агрегату MONOMAC і аґтамабільної бартавой інформаційної сістэмы BIC-1A

Тип сістэмы	MONOMAC	BIC-1A
Састаў базавага комплекта:		
электронны блок (ЭБ) фірмы Biotronic Vertriebs GmbH (ФРГ)	+	+
мембранны камерны датчык расходу паліва	+	+
датчыкі тэарэтычнага шляху	+	+
датчыкі фактычнага шляху	+	+
датчык частаты вярчэння ВАМ*	+	+
датчык становішча рабочага органа	+	—
Параметры:		
скорасць руху, км/гадз	+	+
прабег агульны і за час доследу, км	+	+
абароты рухавіка, аб/мін	+	+
абароты ВАМ, аб/мін	+	—
плошча, апрацаваная за час доследу, га	+	—
расход паліва агульны за час доследу, л	+	—
расход паліва бягучы, л/гадз	+	+
расход паліва бягучы, л/га	+	—
расход паліва бягучы, л/100 км	—	+
буксаванне, %	+	—
загрузка рухавіка бягучая, %	+	—
загрузка рухавіка (сярэдняя за ўвесь час работы), %	+	—
загрузка рухавіка (сярэдняя за час доследу), %	+	—
астранамічны час работы рухавіка, гадз	+	—
Асаблівасці:		
інфармацыя адлюстроўваецца на двух чатырохраздных вадкакрышталічных індыхатарах ЭБ	+	+
пры адключэнні сілкавання інфармацыя захоўваецца	+	+
Дадатковыя магчымасці:		
магчымасць падключэння другога ДР, які неабходны ў тым выпадку, калі рухавік мае падаючую і зліўную магістралі, можа комплектавацца сінтэзатарам мовы для вываду неабходнай інфармацыі, у прыватнасці для выдачы рэкамендацый аб момантах пераключэння перадач	+	+
выконвае функцыі супрацьугоннага прыстасавання	+	+
Асноўныя перавагі:		
памеры ЭБ супадаюць з далучальнымі памерамі тахаспідометраў большасці аўтамабіляў, трактароў і іншых мабільных сельскагаспадарчых машын, што дазваляе ўстанаўліваць ЭБ на пробнай панелі на месцы названых вышэй прыбораў	+	+
для адаптацыі сістэмы да параметра канкрэтнай машыны не трэба ніякіх дадатковых прыбораў і абсталявання	+	+
Напружанне сілкавання:		
бартавая сетка з намінальным напружаннем сілкавання 12 В або 24 В	+	+
Спажываемая магутнасць (ВА), не больш, пры рабоце з датчыкам:		
ДР-0 або ДР-1 50	+	+
ДР-2 100	+	+
Габарытныя памеры ЭБ, мм, не больш за 105×105×90	+	+
Маса ЭБ, кг, не больш за 0,5	+	+

* ВАМ — вал адбору магутнасці.

Асаблівасцю некаторых мадыфікацый расходамераў РТ1 і РТ2 з'яўляецца тое, што іх градуіроўку і праверку можна ажыццяўляць на стэндах ІП-165 [18], якія шырока выкарыстоўваюцца на машынна-выпрабавальных станцыях (МВС) СНД. Акрамя таго, яны могуць падключацца да малагабарытнай вымяральной апаратуры ЭМА-П [19], якая таксама вельмі распаўсюджана на МВС і прызначана для аўтаматычнага вымярэння параметраў, што вызначаюць эксплуатацыйна-тэхнічныя якасці трактароў і сельгасмашын.

Мабільны агракамп'ютэр MONOMAC прызначаны для ўстаноўкі на трактары, камбайны і іншыя мабільныя сельскагаспадарчыя машыны, а аўтамабільная бартавая інфармацыйная сістэма БІС-ІА — для аўтамабіляў з дызельнымі і карбюратарнымі рухавікамі.

Вывады

1. Распрацаваныя мембранныя камерныя датчыкі расходу вадкасці дазваляюць вымяраць расход дызельнага паліва, бензіну, мазуту і іншых аналагічных неэлектраправодных вадкасцяў і могуць выкарыстоўвацца пры правядзенні палявых і дарожных выпрабаванняў трактароў, сельгасмашын і аўтамабіляў, а таксама ва ўмовах іх звычайнай эксплуатацыі.

2. На аснове датчыкаў ДР-0, ДР-1 і ДР-2 створаны і могуць распрацоўвацца расходмеры і сістэмы дазіравання неэлектраправодных вадкасцяў, прыборы для вымярэння загрузкі дызельных рухавікоў, мабільныя агракамп'ютэры і аўтамабільныя бартавыя інфармацыйныя сістэмы.

Літаратура

1. Приборы и средства автоматизации. 1.2...1.4. Приборы для измерения и регулирования давления, перепада давления и разряжения, расхода и количества жидкостей и газов, уровня жидкостей и сыпучих сред. Каталог. М., 1989. С. 60—90.
2. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник. Л., 1989.
3. Иофинов С. А., Райхлин Х. М. Приборы для учета и контроля работы тракторных агрегатов (теория, проектирование и расчет). Л., 1972. С. 165—176.
4. Коробейников А. Т., Лихачев В. С., Шолохов В. Ф. Испытания сельскохозяйственных тракторов. М., 1985. С. 67—70.
5. Счетчик расхода топлива ИП-179: Паспорт ИП 179ПС.
6. Расходомер топлива 8500.06: Проспект.
7. Топливоизмерительное устройство с электронным выходом ОМ-1: Проспект.
8. Расходомер НС 214: Проспект.
9. Новая электронная система EDM-1403 для измерения расхода дизельного топлива: Проспект.
10. Kraftstoff-Verbrauchstester Flowtronic 205, Flowtronic 205-D, Flowjet-Ventil 4703. Firmenunterlagen.
11. Успенский А. А., Велев Н. Н. // Науч. тр. ВТУ им. Ангела Кычева. Русе. 1985. Т. 27, сер. 1. С. 114—119.
12. Успенский А. А. Перспективы создания комбинированного прибора для измерения расхода топлива и загрузки дизельных двигателей // Библиографический указатель ВИНТИ «Депонированные научные работы». 1990. № 2. С. 94.
13. Успенский А. А., Смрикаров А. С., Станчев Д. И. // Науч. тр. ВТУ им. Ангела Кычева. Русе. 1985. Т. 27, сер. 1. С. 184—188.
14. Успенский А. А. и др. // Сельскостопанска техника. София. 1987. Т. XXIV, № 3. С. 66—69.
15. Успенский А. А., Станчев Д. И., Смрикаров А. С. Автоматизация и роботизация на процесі в селското стопанство: Първа национална младежка школа с международно участие. Резюме. 26—28, ноември, 1987 г. Русе УЦА при ОС на НТС. С. 30.
16. Успенский А. А. и др. // Тез. докл. на науч.-техн. конф. по методам и техническим средствам, применяемым при испытаниях сельскохозяйственной техники (секция 3—5). М., 1988. С. 12.
17. Успенский А. А., Касьяненко Л. С., Филиппов А. В. // Научно-технические достижения: Межотраслевой научно-технический сборник. М., 1989. № 5. С. 45—47.
18. Стенд для градуировки и поверки датчиков топлива ИП 165: Паспорт ИП 165ПС.
19. Малогабаритная измерительная аппаратура ЭМА-П: Паспорт ИП 153ПС.

Цэнтральны навукова-даследчы інстытут
механізацыі сельскай гаспадаркі

Паступіў у рэдакцыю
14.04.92