
Z Instytutu Medycyny Pracy Wsi A. M. w Lublinie

Dyrektor: prof. dr Józef Farnas

1

z Centralnego Instytutu Ochrony Pracy w Warszawie

Dyrektor: mgr inż. L. Taniewski

Józef FREYTAG i Czesław PUZYNA

Z badań nad wpływem wstrząsów na stan zdrowia traktorzystów *)

**Предварительные исследования по действию механических
сотрясений на состояние здоровья трактористов**

**First Investigations on the Influence of Vibrations on the State
of Health of Tractor-drivers**

W czasie terenowych badań traktorzystów, na podstawie chociażby tylko podawanych przez nich doznań, dopatrzeć się można działania na ustrój całego szeregu czynników związanych z pracą i ze środowiskiem. Szkodliwości zawodowe w tej pracy można podzielić zasadniczo na dwie grupy:

I. Czynniki szkodliwe środowiska, głównie działanie chłodu, wilgoci oraz zimnych wiatrów, upałów, pyłów różnego pochodzenia (ziemny, zależny od składu gleby oraz różnych domieszek, jak: drobne nasiona roślin, cząsteczki ich osłonek, cząsteczki wysuszonego nawozu zwierzęcego, zarodniki grzybów, bakterii, pył wysiewanych nawozów sztucznych itp.).

II. Czynniki szkodliwe bezpośrednio związane z warsztatem pracy (ciągnikiem): przymusowa pozycja w czasie pracy, wpływ spalin i smarów, urazowość, wpływ wstrząsów.

*) Doniesienie wstępne

Czynniki te należy je rozpatrywać łącznie, uwzględniając ponadto warunki bytowe. Instytut nasz wspólnie z Sekcją Rolną Centralnego Instytutu Ochrony Pracy podjął to zagadnienie. Przyśladaliśmy do analizy wstrząsów jako czynnika stałego (przy innych zmieniających się), rozpatrując je od strony technicznej i fizjopatologii.

Pomiary wstrząsów

Do badań został użyty produkowany w kraju i powszechnie stosowany ciągnik „Ursus”. Wstrząsy, drgania wymuszone (wywołane pracą motoru na luzie), które obejmują pomost, siedzenie i udzielają się traktorzyście z siedzenia wraz z oparciem, z opartych nóg i rąk trzymających ster, są drganiami o stosunkowo dużej częstotliwości i małej amplitudzie.

Drgania, jakim traktorzysta podlega, są więc drganiami złożonymi z drgań pomostu, siedzenia i kierownicy. Pomost podczas pracy wykonuje drgania nie pokrywające się z drganiami siedzenia, ale w stosunku do tych ostatnich przesunięte w fazie.

Wykonane pomiary drgań objęły:

1. Drgania pomostu ciągnika, wywołane pracą silnika na luzie, których liczba wynosi 10 do 12 drgań/sek.
2. Drgania wymuszone siedzenia przy pracy silnika na luzie.
3. Drgania względne siedzenia, gdy ciągnik jest w ruchu, rejestrowane względem pomostu.
4. Drgania bezwzględne siedzenia podczas ruchu ciągnika, — wyniki rejestrowane względem płaszczyzny terenu.

Drgania pomostu ciągnika

Na pomoście stwierdzamy drgania poziome i pionowe. Jałowy bieg silnika wywołuje w masie ciągnika (wskutek działania w jego silniku sił wewnętrznych masowych, przeciwstawiających się ruchom tłoka) „skoki” przesunięte w fazie o 180° w stosunku do poziomych ruchów tłoka. Przyjmując, że amplituda skoków ciągnika jest odwrotnie proporcjonalna do jego całkowitego ciężaru, a wprost proporcjonalna do iloczynu ciężaru układu wyko-

nującego ruch posuwisty wewnątrz silnika i amplitudy ruchu tłoka, zależność tę możemy wyrazić równaniem:

$$Sc = St \frac{Gt}{Gc}, \text{ w którym}$$

Sc = amplituda skoków ciągnika

St = amplituda ruchów tłoka

Gc = ciężar całkowity ciągnika

Gt = ciężar układu wykonującego ruchy poziome wewnątrz silnika.

Przez ciężar układu wykonującego ruchy poziome wewnątrz silnika należy rozumieć: ciężar tłoka przesuwanego się podczas pracy poziomo wzdłuż osi cylindra, ciężar czopa tłokowego oraz ciężar górnej części korbowodu.

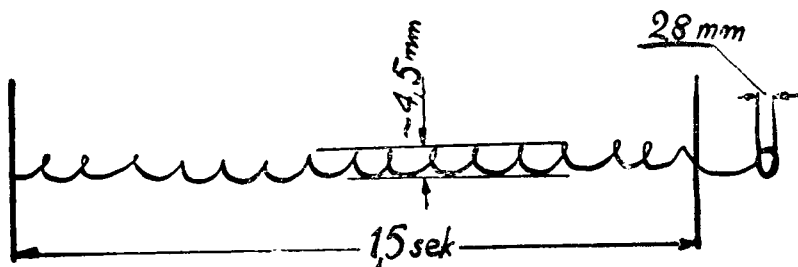
Ażeby określić wielkość amplitudy poziomych skoków (drgań ciągnika), a tym samym skoków pomostu, wykonano obliczenie według podanego powyżej równania, przyjmując na podstawie pomiarów ciągnika „Ursus” następujące wartości dla poszczególnych składników tego równania:

St = 26 cm, Gc = 3680 kg, Gt = 37,9 kg (na wartość Gt składa się ciężar tłoka 30,6 kg, czopa tłokowego 2,7 kg oraz ciężar części korbowodu, który wynosi 4,6 kg).

Podstawiając podane wartości do równania na wielkość amplitudy drgań poziomych ciągnika otrzymamy:

$$Sc = St \frac{Gt}{Gc} = 26 \times \frac{37,9}{3680} = 0,267 = 2,67 \text{ mm.}$$

Ponieważ silnik ciągnika „Ursus” jest silnikiem dwusuwowym, pełny cykl pracy powtarza się w nim co 360°, czyli co obrót, a częstotliwość drgań ciągnika będzie równa liczbie obrotów wału wykorbionego. Ponieważ na biegu luzem silnik tego ciągnika wykonuje około 350 obrotów/min., a na pełnym gazie około 630 do 720 obrotów/min., częstotliwość drgań własnych ciągnika będzie równa podanym liczbom obrotów. Pomiaru dokonane przy pomocy obrotomierza i aparatu samopiszącego (składającego się z ołówka znaczącego na taśmie papieru krzywą drgań) pozwoliły stwierdzić, że liczba obrotów silnika jest równa częstotliwości drgań ciągnika i wynosi przy biegu luzem około 5,8 okresów/sek., a na pełnym gazie około 11 okresów/sek. (Vide wykres 1).



Wykres 1

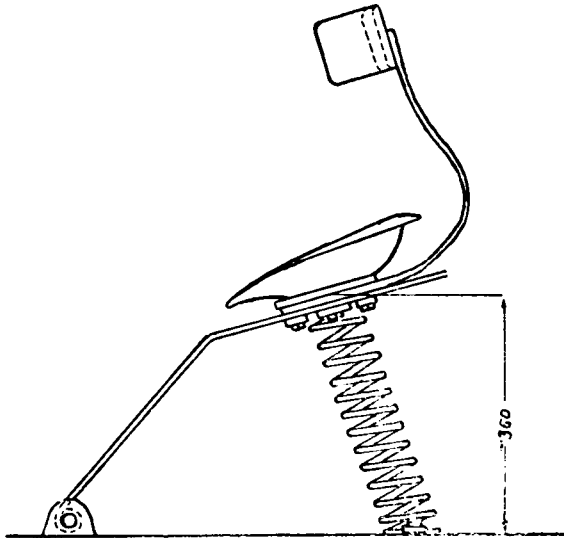
Obroty silnika 660 obr/min. = 11 obr/sek.

$$\frac{16 \text{ wychyleń}}{\text{czas przesunięcia kartki } 1,5 \text{ sek.}} = 11 \text{ okr/sek.}$$

Na wykresie 1 krzywa o typie elipsoidalnym odpowiada drganiom pionowym i poziomym pomostu, które wynoszą w kierunku poziomym około 2,8 mm i pionowym około 4,5 mm. Jak widać, wielkość drgań poziomych pokrywa się z wykonanym przez nas obliczeniem. Drgania pionowe są wywołane działaniem nie wyważonych sił odśrodkowych, pochodzących od wirujących mas korby oraz części korbowodu. Wielkość amplitudy tych drgań zależy od wielkości siły odśrodkowej i innych wielkości zmiennych, jak np. ciśnienie opon itp. Tak więc ciągnik pracując na luzie wywołuje drgania poziome i pionowe pomostu; drgania te występują zawsze wtedy, gdy silnik ciągnika jest w ruchu. Podczas przejazdu ciągnika nakładają się one na drgania wywołane nierównością terenu, po którym ciągnik się porusza.

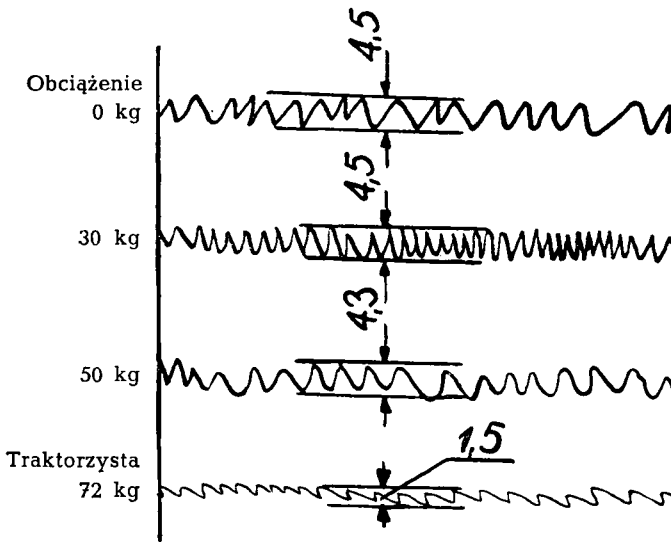
Drgania siedzenia

Drgania siedzenia (vide ryc. 1) są zasadniczo drganiami wymuszonymi, wywołanymi przez drgający pomost, przy czym, jak dokonane pomiary wykazują, obciążenie siedzenia nie wpływa na zmiany zwłaszcza amplitudy i częstotliwości; wielkość jej waha się w granicach od 4 do 5 mm. Ażeby określić wielkość amplitudy tych drgań oraz stwierdzić, czy amplituda ta zależy od chwilowego obciążenia siedzenia, ustawiano kolejno na siedzeniu odważniki o coraz większym ciężarze (od 0 do 50 kg). Na podstawie otrzymanych wykresów drgań stwierdzono, że aczkolwiek ustawianie kolejno coraz większych ciężarów powoduje kolejne zwiększenie ugięcia sprężyny siodła, to amplituda drgań wymuszonych wyko-



R y c. 1
Siedzenie ciągnika „Ursus”

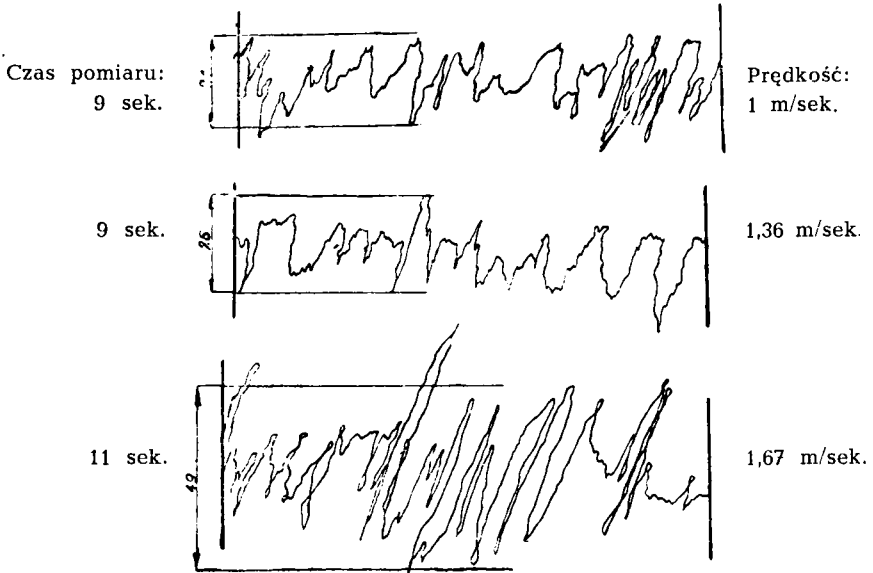
nywanych przez siedzenie przy danym ugięciu sprężyny jest mniej więcej jednaka i dla danych warunków pomiaru wynosi około 4 do 5 mm. (vide wykres 2).



Wykres 2

Ażeby zbliżyć się do normalnych warunków pracy, badano również zachowanie się siedzenia po jego zajęciu przez traktorzystę (ciężar ciała około 72 kg).

Amplituda drgań siedzenia zmalała w tym wypadku do około 1,5 do 2 mm wskutek tłumienia wywołanego opieraniem się nóg traktorzysty o pomost ciągnika i oparcia rąk na kierownicy. Celem stwierdzenia, czy nie zachodzi w konkretnym przypadku możliwość rezonansu drgań siedzenia z drganiami pomostu, przeprowadzono dodatkowe pomiary, w których określano częstotliwość drgań własnych siedzenia w zależności od jego obciążenia. Wyniki nie potwierdzają tego przypuszczenia.



Wykres 3

Drgania względne

Ciągnik „Ursus” — ogumiony. Droga klinkier (jednolity). Traktorzysta I (72 kg).
Badania drgań siedzeń ciągników

Takie więc byłyby warunki środowiska w pierwszym naszym założeniu. W rzeczywistości należy rozpatrywać drgania siedzenia ciągnika podczas przejazdu (vide wykres 3). Będziemy tu mieli drgania względne w stosunku do pomostu ciągnika i bezwzględne w stosunku do nieruchomej płaszczyzny odniesienia (poziomu drogi). Dokonane pomiary przy pomocy zainstalowanej na pomość-

cie aparatury przy uwzględnieniu różnych profilów terenu (droga asfaltowa, kostka jednolita, „kocie łby”, droga polna), szybkości i ciężaru traktorzystów (72 kg i 64 kg) pozwoliły wyprowadzić następujące wnioski:

1. Amplituda drgań względnych siedzenia rośnie ze wzrostem nierówności terenu i wynosi na biegu pierwszym na asfalcie przeciętnie 16 mm, na kostce 25 mm, na drodze polnej 27 mm, na „kocich łbach” 38 mm.

2. Wzrost prędkości ciągnika powoduje zwiększenie się amplitudy drgań względnych siedzenia. Na asfalcie amplituda ta wynosiła średnio na pierwszym biegu 16 mm, na drugim biegu 20,5 mm, na trzecim biegu 60 mm.

3. Duża amplituda drgań względnych siedzenia jest przyczyną, że traktorzysta w skrajnych położeniach siedzenia względem pomostu (a więc w położeniu najwyższym i najniższym) zajmuje niewygodną pozycję względem układu kierowniczego ciągnika:

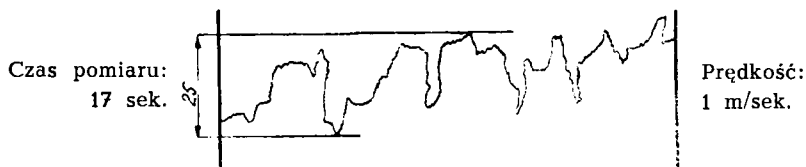
- a) traktorzysta uderza kolanami o kierownicę,
- b) jest zmuszony do trzymania w powietrzu prawej nogi opartej przednią częścią stopy na pedale gazu,
- c) musi trzymać ręce na kierownicy w pozycji wymuszonej.

4. Amplituda drgań względnych, gdy na siedzeniu ciągnika znajduje się lżejszy traktorzysta, jest mniejsza w porównaniu do wypadku, gdy na siedzeniu siedzi traktorzysta cięższy.

Drgania bezwzględne siedzenia

Drgania pomostu są złożone z drgań udzielonych przez pracujący silnik i drgań spowodowanych ruchem po nierównościach terenu. W tym stanie drgania siodła są wypadkową złożonych drgań pomostu ciągnika, przy czym są one w stosunku do tych drgań przesunięte w fazie. W następstwie przeprowadzonych przy zastosowaniu odpowiednio zamontowanej aparatury pomiarów i tą drogą uzyskanych wykresów drgań bezwzględnych (vide wykres 4), ustalono, że drgania względne i bezwzględne, zarejestrowane na danym rodzaju drogi i przy danej jednakowej prędkości (pomiaru drgań bezwzględnych udało się wykonać jedynie podczas jazdy na pierwszym biegu, prędkość około 1 m/sek.), mają zbliżoną amplitudę, bowiem

różnica waha się od 1 do 2 mm. Amplitudy drgań bezwzględnych są więc większe niż względnych. Można przypuszczać, że i przy większych prędkościach amplitudy drgań bezwzględnych będą większe od względnych, stosunek ten jednak zostanie utrzymany.



Wykres 4
Drgania bezwzględne
Ciągnik „Ursus” — ogumiony. Droga betonowa
Badania drgań siedzeń ciągników

Częstotliwość tych drgań trudno jest określić dokładnie ze względu na to, że drgania nie mają jednolitego charakteru, a wychylenia siodła od położenia równowagi występują niesymetrycznie, w zależności od nierówności terenu. Jak widać z wykresu, częstotliwość tych drgań jest duża. Porównując drgania względne i bezwzględne siodła w ruchu ciągnika po różnych profilach terenu (asfalt, klinkier, droga polna itd.), otrzymujemy, badając krzywe wykresów, nieznaczne różnice częstotliwości drgań względnych i bezwzględnych, które wynoszą od 0 do 17 drgań/sek.

Badania lekarskie

Będąc w posiadaniu analizy technicznej warunków pracy na traktorze, podjęliśmy badania lekarskie. W 1952 r. przebadaliśmy ambulatoryjnie w terenie 192 traktorzystów. Chodziło o to, by zebrać materiał, na który składałyby się: podawane nam doznania oraz spostrzegane w czasie pracy i bezpośrednio po pracy objawy kliniczne. Badania dorywcze, jednodniowe, w POM-ach pozwoliły zebrać dużo różnych skarg podawanych przez pracowników, należących do różnych typów konstytucyjnych, o różnym stanie odżywienia, czasie ekspozycji itp. W czasie prac wiosennych na terenie zespołu PGR M. podjęliśmy obserwację ciągłą (od 21 kwietnia do 4 maja 1952 r.). Obserwowana grupa obejmowała 46 traktorzystów (w tym dwie kobiety). Wymienieni byli badani 2—3 razy

dziennie: przed wyruszeniem w pole lub z transportem, w czasie pracy i po powrocie. Na podstawie adnotacji w kartach stanu zdrowia materiał nasz przedstawiał się jak następuje:

Wiek w latach	Ilość osób	Budowa ciała	Ilość osób	Czas pracy (ekspozycja)	Ilość osób
17—19	12	silna	5	do 1 roku	6
20—25	27	dobra	18	do 2 lat	11
26—30	3	średnia	21	do 3 lat	13
ponad 30	4	słaba	2	4 i więcej lat	16

Stan odżywienia u większości badanych był dość dobry i dobry. Tylko 9 spośród badanych, a więc okragło 19,5% nie podawało żadnych dolegliwości, które łączyłyby z pracą na traktorze. Ci przeważnie jeździli od kilku miesięcy do półtora roku i to z przerwami. Pozostali skarżyli się, że w czasie pracy i w jakiś czas po pracy mają: bóle w rękach, w ramionach, bóle w nogach, że doznają w kończynach cierpięcia i uczucia zimna. Podawali również, że miewają: bóle w piersiach, bóle w pasie, kolki, bóle w krzyżu, bóle dołem brzucha, bóle żołądka (nie wiążąc ich z jakością, ilością i czasem spożywanych posiłków), gniecienie. Te szczególnie podkreślane dolegliwości ze strony jamy brzusznej odnotowaliśmy u 17 traktorzystów, to jest u 37% naszej grupy. Dalsze podawane nam skargi były to: niepokój w sercu, zatykanie, kłucie, osłabienie, złe samopoczucie, utrata łaknienia, nudności, bóle głowy, czasem zawroty. Badanie przedmiotowe w warunkach ambulatoryjnych właściwie dawało objawy bardzo skąpe. Jama brzuszna palpacyjnie w niektórych przypadkach tkliwa; ze strony narządów jamy brzusznej (poza jedynym przypadkiem, który dotyczył osobnika lat 48, Nr karty zdrowia 16, z powiększoną wątrobą, rozedmą płuc, objawami lekkiej niewydolności krążenia, gdzie mieliśmy podstawę uznać za przyczynę między innymi nadużywanie alkoholu), zmian nie stwierdzono. Klinicznie nie stwierdzano zmian opukowo-osłuchowych ze strony serca u 45 badanych. U wszystkich badanych tętno wahało się w granicach 92-112 w czasie pracy, wpływały na to wysiłek i emocja. Ciśnienie krwi w tych warunkach podnosiło się znacznie, 20 do 40 mm wynosiła różnica od wielkości wyjściowych, które odpowiadały normom

wiekowym badanych. Narząd oddechowy poza kilkoma przypadkami niezbytów górnych dróg oddechowych i oskrzeli był bez uchwytnych zmian (większość spośród 45 badanych była ostatnimi czasy kontrolowana rentgenologicznie). Narząd ruchu: obrzęków, wyraźniejszych bolesności w stawach nie stwierdziliśmy, natomiast, zwłaszcza po pracy, przy obmacywaniu kończyn (z powodu częstych skarg na bóle) stwierdzaliśmy bolesność, przy głębszej palpacji, w grupach mięśniowych ramion i ud, bolesność przy uderzaniu brzegiem dłoni w okolice łędźwiową i krzyżową. Dłonie na powierzchni grzbietowej i stopy robiły wrażenie lekko obrzękniętych. Skóra: u większości badanych stwierdzaliśmy łojotok na skórze twarzy i pleców, trądzik na przedramionach i podudziach, a często i udach oraz na plecach. Skóra rąk brunatna, w bruzdach złogi smaru i pyłu, często stwierdzaliśmy pocenie się dłoni.

Paznokcie przeważnie połamane, wał skórny popękany, obrzmiały, dość często niewielkie i niezbyt głębokie skaleczenia, otarcia naskórka. Skóra stóp sinawa, zaniedbana, częściowo zmacerowana, zwłaszcza na palcach i między palcami (prawie wszyscy pracują w gumowych butach). Odruchy ścięgniste i okostnowe przeważnie żywe, dermografizm na udach i ramionach różowy.

Przystępując do stosowania ochronnych pasów brzusznych, opracowaliśmy metodykę, która uwzględniała:

1. Dobór osobników spośród uskarżających się, takich, których skargi są sprecyzowane i w czasie rozmowy z którymi lekarz wypytyując o charakter bólu, jego lokalizację, czas występowania, trwania i ustępowania, będzie mógł nabrać przeświadczenia, że odpowiedzi są istotnym odtwarzaniem doznań.

2. Badanie ambulatoryjno-kliniczne przed założeniem i po zdjęciu pasa.

3. Przed wyjściem do pracy zakładanie pasa w pozycji leżącej przy niewielkim uniesieniu miednicy.

Stosowaliśmy z zaprojektowanych przez C. I. O. P. (Zięborakowa i Kromołowska) pasów dwa typy:

- a) półgorsetowy zapinany, z tkaniny lnianej najbardziej nieelastycznej, wzmocniony sztywniakami (stalówkami, fiszbiniami); w bocznej części pas zaopatrzony taśmą gumową,

- b) półgorsetowy z podtrzymywaniem, mający z przodu na podbrzuszu pelotę w kształcie spłaszczonej nerki, szerokości 10 cm na środku, zwężającej się do 5 cm na brzegach.

Spośród traktorzystów naszej grupy wybraliśmy 17-u, którzy obok innych doznań głównie skarżyli się na bóle w brzuchu, występujące po jeździe i „bóle w pasie”, bowiem tak określano bóle w nadbrzuszu, podczas gdy przy podawaniu „bóle w brzuchu” badani lokalizowali je w dole brzucha. Pasy zakładaliśmy rano po śniadaniu. Wywiad i badanie prowadziliśmy w czasie obiadu, następne badania po skończonej pracy i zdjęciu pasa. Czas obserwacji wynosił 54 dni obserwacyjnych:

dni 4	— u 9	obserwowanych	grupa I
„ 3	— u 5	„	grupa II
„ 2 i 1	u 3	„	grupa III

Ci ostatni czuli się odrazu w pasach niedobrze i nie chcieli ich nosić. Z grupy I i II (opieramy się głównie na danych subiektywnych) tylko 6-ciu podawało, że „może mniej wstrząsało i czuli się jakby lepiej”, ale inni „czuli też bóle”.

Prawie wszyscy zgodnie podawali, że rankiem zazwyczaj dolegliwości nie odczuwali. To znaczy, że jedynie wypoczynek wpływał wyraźnie dodatnio. Tak więc z wydzielonej grupy 35,3% dało odpowiedzi względnie pozytywne. Próbując osobiście pas gorsetowy z pelotą, która ugniata podbrzusze nad spojeniem łonowym, siedząc na ciągniku będącym w ruchu, manipulując sterem, dźwigniami (a więc wykonując te czynności, których dużo wykonuje w ciągu dnia pracy traktorzysta) — odnieśliśmy wrażenie, że używanie tej ochrony na stałe nie da się pomyśleć, a tym więcej w okresie upałów.

Na podstawie naszych spostrzeżeń pasy te są dość niewygodne, męczące, ponadto przy pochylaniu uwierają w okolice podżebrza. Gdyby miały być stosowane, należało by je indywidualnie dopasowywać.

Ocena przydatności pasów do masowego stosowania wydaje się wątpliwa. Zapewne, że przy wiotkości powłok i obniżeniu trzew, pas indywidualnie dobrany i odpowiednio założony wpływać będzie dodatnio na samopoczucie. Obserwowani przez nas to ludzie młodzi, o jędrnych powłokach i przeważnie dobrej kon-

dycji fizycznej. Tak więc pierwotnie postawione przez nas założenie, że rozwiązania szukać należy w zasadniczej i głęboko przemyślanej przez technika i lekarza zmianie konstrukcji siedzenia, coraz bardziej staje się słuszne. W rezultacie przeanalizowania założeń teoretycznych, opracowany został przez Dział Konstrukcji CIOP, model zawieszenia siedzenia na ciągniku Zetor 25 K, oraz opracowany prototyp siedzenia kanapkowego na ciągniku Ursus, jak również amortyzatora (między pomostem a wspornikiem siedzenia) na tychże ciągnikach będących już w terenie.

Omówienie i wnioski

W warunkach terenowej obserwacji ambulatoryjno-klinicznej należało podjąć analizę stanu zdrowia traktorzystów, wychodząc z założeń pato-fizjologii, przy uwzględnieniu, w konkretnych przypadkach, wstrząsów mechanicznych jako czynnika etiologicznego. W dostępnym nam piśmiennictwie zagranicznym i krajowym nie znaleźliśmy pozycji naukowego opracowania znaczenia roli wstrząsów i czynników środowiska w patogenezie dolegliwości traktorzysty.

Należało w oparciu o prace doświadczalne, głównie autorów radzieckich, podjąć ocenę uzyskanych przez nas wartości, których nam dostarczyły pomiary wstrząsów na ciągniku Ursus i zebrane pierwsze ambulatoryjno-kliniczne spostrzeżenia. Ocena ta pozwoliłaby niejako stworzyć pozycję wyjściową i wskazać kierunek dalszych naszych badań opartych na opracowanej metodyce, która uwzględniając w pierwszym rzędzie fazę czynnościową tych zmian byłaby dostosowana do badań w miejscu pracy. Wtedy unikniemy dłuższych przerw między obserwowaniem działającego bodźca a reakcją ustroju.

W rozważaniach naszych na temat wpływu wstrząsów na ustrój traktorzysty, należało wziąć pod uwagę trzy aspekty leżące u podstaw odczynu ustroju w konkretnym przypadku:

1. Zagadnienie tzw. czucia wewnętrznego, przenoszonego z narządu po przez układ interoceptywny, na którego tak różnorodną specyfikę i wielobodźcową wrażliwość zwróciło uwagę wielu autorów (P a w ł o w, A d r i a n, L u d w i g, H e r i n g, H e s s i i n n i, cyt. wg poz. 4). Jest to układ mechano-proprio-chemo-

osmo-receptorów sygnalizujący wyższe odcinki układu nerwowego o stanie narządów.

2. Zagadnienie eksteroceptywnych odruchów wegetatywnych.

3. Stosunek kory do sygnalizowanych z terenu bodźców.

Podrażnienie receptorów tych układów wywołuje cały szereg odczynów ze strony narządów: krążenia, oddechowego, trawiennego itd. Szczególnie prace Bykowska, Czernigowskiego i Jaroszewskiego (cyt. wg poz. 4) wskazują na ogromne znaczenie tzw. interoceptywnych sygnałów w stanach fizjologicznych i patologicznych ustroju.

W pracy traktorzysty stałym bodźcem działającym na jego układ nerwowy są właśnie wstrząsy (Meyer). Z punktu widzenia kinetyki wstrząsy są to mechaniczne wahania harmonijne, periodyczne, proste i złożone, lub nieharmonijne, powstające wskutek naruszenia częstotliwości. Częstotliwość wahań jest bardzo różna, od 1 i mniej do setek tysięcy na sekundę. Skala więc wahań jest dość rozległa i w niej została wydzielona część środkowa, dźwiękowa, obejmująca częstotliwości od 16 do 20.000 Hz, powyżej część naddźwiękowa, o częstotliwości przekraczającej 20.000 Hz, a poniżej część poddźwiękowa o częstotliwości mniejszej niż 16 Hz. Spowodowany wstrząsami efekt biologiczny zależy od ich częstotliwości, np. wstrząsy w granicach od 16 do 25 Hz odczuwane są jako krótkie uderzenia.

Z punktu widzenia patogenezy istotne jest ustalenie:

- a) cech wstrząsu, to znaczy częstotliwości i amplitudy oraz czasu działania, gdyż zależnie od tych wartości odczytność ustroju będzie jeszcze w granicach fizjologicznych, albo zdołamy już stwierdzić objawy patologiczne,
- b) powierzchni ciała, na którą wstrząsy działają, gdyż zależnie od płaszczyzny styku inny będzie efekt wpływu szkodliwego czynnika.

Przy ocenie patologicznego działania na ustrój wstrząsu, jako złożonego zjawiska fizycznego, należało rozpatrzyć po pierwsze: drogi, którymi impulsy są przejmowane przez ustrój, po drugie stwierdzić pewne kliniczne objawy (Sorka — zmiany stawowe u pracujących ze świdrami pneumatycznymi), nieomal stale występujące u poszczególnych narażonych grup pracowniczych, uwzględniając przy tym typy układu nerwowego u badanych. Do tych obja-

wów należą: stany zaburzenia ze strony nerwów czuciowych skóry, stany skurczowe w obrębie włóściczek skóry. Długotrwały wpływ wstrząsów, mechanicznie porównać można z działaniem urazu o pewnej niezbyt wielkiej sile, np. uderzenie, zgniecenie. Mamy więc i tutaj niejako traumatyzację zakończeń nerwowych, przebiegającą zazwyczaj z zaburzeniem czucia. Ta właśnie biologiczna reakcja (zaburzenie czucia) przyjęta została jako test pozwalający ocenić zależność działania wstrząsów od ich siły, od częstotliwości i amplitudy. Ta ostatnia składowa zdaje się nie odgrywać większej roli sama, a tylko łącznie z częstotliwością. Amplitudy poszczególnych wahań mogą być obojętne dla organizmu.

Badania doświadczalne (Andrejewa - Gałanina, Lejtes) nad wpływem wibracji na skurcz włóściczek nie potwierdziły, że skurcz jest objawem trwałym, w tych samych bowiem warunkach raz występowały stany skurczowe jako stałe, innym razem — stany rozkurczowe. Zapewne, że obok wpływu samej częstotliwości wstrząsów wchodzi tutaj w grę czynniki ze strefy sensorycznej centralnego układu nerwowego. Zaburzenia czucia są tym większe, im większa jest częstotliwość wstrząsów i czas ekspozycji. Jeżeli więc częstotliwość jest tą składową czynną w działaniu wstrząsów, to należało by określić wielkości, przy których aparat receptorowy będzie w stanie adaptować się, oraz wielkości, przy których wystąpią objawy patologiczne i zmiany trwałe, nieodwracalne po dłuższej przerwie (Wedell).

Na drodze specjalnych prac eksperymentalnych i obserwacji grup pracowniczych poddanych działaniu wibracji, Lejtes obserwuje ujemny wpływ przy częstotliwości powyżej 25 Hz przede wszystkim na układ nerwowy wegetatywny, objawiający się zmianą jego napięcia. W wyniku dalszych badań dało się ustalić, że w obrazie uszkodzenia nerwów wegetatywnych największe znaczenie przyczynowe ma częstotliwość drgań. Częstotliwość ta wynosząca 100 i ponad 100 Hz jest wyraźnie chorobotwórcza. W naszych spostrzeżeniach zasadnicze te wartości wynoszą 630—720 Hz. Badania Holta, Hudfelloya, Erinsena i innych (cyt. wg poz. 1, 2 i 3) podkreślają, że u niższych zwierząt, u których nie istnieje narząd słuchu, skóra spełnia niejako jego czynności. Zwierzęta mające rozwinięty narząd słuchowy mimo to zachowały w skórze ów szczątkowy organ. Jako przykład podają

ludzi z zachowanym słuchem, którzy jednak miarowość pracujących mechanizmów śledzą opuszkami palców; inni, wprawdzie nieliczni, wyczuwają zbliżające się trzęsienie ziemi wtedy, gdy falowanie jest odnotowywane przy pomocy bardzo czułych aparatów.

Prace Andrejew-Gałaniny wykazały, że wibracje częstotliwe są przejmowane przez ustrój na drodze specjalnych receptorów rozmieszczonych w skórze, szczególnie w dystalnych częściach kończyn. Przenoszone są poprzez tkanki i dzięki nim dochodzą do naszej świadomości. Dolna granica częstotliwości stanowi tu 15 Hz, górna 8192 Hz przy amplitudzie od części mikrona wzwyż. Wrażliwość człowieka na ten czynnik jest bardzo duża. Tutaj podkreślić należy, że ustrój adaptuje się do wstrząsów krótkotrwałych. Wstrząsy długotrwałe powodują uczulenie nań ustroju. Biorąc pod uwagę wrażliwość człowieka na wstrząsy o dużej częstotliwości, w doświadczeniach swych Gałanina i Lebedewa w oparciu o prace Tarchanowa i Wartanowa (cyt. wg poz. 1, 2 i 3), zastosowały dla określenia dopuszczalnych wielkości (częstotliwości) odruch skórno-galwaniczny, będący uogólnionym odruchem wegetatywnym.

Wibracje o częstotliwości 16--25 Hz dają mechaniczną traumatyzację receptorów peryferycznych (czucie bólowe, dotykowe). Częstotliwości 25-30 Hz są krytyczną dolną granicą, powyżej której, to jest od 30 Hz, występują zaburzenia naczynio-ruchowe. W miarę wzrastania częstotliwości stwierdzamy wśród włósniczek rozszerzenia z objawami zastoju, a później, przy dalszym działaniu impulsów, coraz częściej widzimy liczne włósniczki w stanie skurczów. Procentowo stanowi to 17 do 24% przy częstotliwości 40 Hz i dalej skurcz narasta, a przy 100 Hz daje już 70% wyników wśród badanych. Częstotliwość 250 Hz jest górną krytyczną granicą, po przekroczeniu której stany skurczowe naczyń znowu stają się rzadsze. Uważamy, że wzmożone napięcie mięśniowe w grupach pracujących, (stany naczynioskurczowe) nie pozostaje bez wpływu na metabolizm komórki.

Rusecki w oparciu o pracę Markełowa podał roboczą klasyfikację dla zespołów nerwowych wegetatywnych, opartą na założeniach anatomo-fizjologicznych, w której schorzenia układu ujęte są w grupy zależnie od terenu, na którym głównie rozgry-

wa się proces patologiczny. W powyższym ujęciu u traktorzystów, z uwagi na charakter szkodliwego bodźca i powierzchnię ciała, na którą padają impulsy, można by zespół kliniczny (stwierdzalny), uwzględniając dane anamnestyczne, określić jako **zakończoną wegetozę obwodową**. Impulsy przenoszone poprzez tkanki aż do aparatu przedsionkowo-kanalowego i promieniujące w układzie nerwowym, prowadzą do zmiany w nim warunków przewodnictwa. Zaburzenia fizyko-chemiczne w tkance będą powodowały bądź pełną blokadę przewodzenia, bądź też obniżenie, ale powodować też mogą i podwyższenie przewodnictwa. Te patologiczne zmiany mogą mieć charakter zmian czynnych, a więc odwracalnych w różnych odcinkach układu nerwowego, zmian, których po dłuższej lub krótszej przerwie w działaniu bodźca możemy nie stwierdzić. W następstwie stanów zapalnych, degeneracyjnych, ale i urazowych (Graszczekow, cyt. wg poz. 10), zmiany te będą nieodwracalne. Te zmiany przewodnictwa, jeszcze niezawsze dostatecznie oceniane, pociągnąć mogą za sobą zaburzenia czynnościowe układu naczyniowego (miejscowe obrzęki, objawy dystroficzne itd.). Klinicznie schorzenia te zostały ujęte w grupę obwodowych, neurowegetatywnych zespołów typu wypadania i podrażnienia. Zespół typu wypadania, jak chcielibyśmy przyjąć w naszych przypadkach i supozycję tę poprzeć wynikami dalszych badań, ma wprawdzie najczęstszą przyczynę w infekcji, intoksykacji, hipowitaminozie, ale także i w urazie. Zespół ten występować może przy zajęciu poszczególnych nerwów, lub też całej grupy. Jeśli chodzi o nerwy animalne, to im dany nerw jest bardziej zasobny we włókna wegetatywne (np. *n. medianus*, *ischiodicus*), tym obraz kliniczny wypadnięcia funkcji jest bardziej pełny (rozszerzenie naczyń, sinica, podniesienie temperatury skóry, zaburzenia wydzielania potu, zmiana na kończynach dermografizmu białego na czerwony, zcieńczenie skóry, pigmentacja, łamliwość paznokci itd). W przypadkach tych spotykamy bolesność, zwłaszcza przy obmacywaniu wzdłuż przebiegu pni nerwowych i naczyń, bóle przy ruchach, żywe odruchy ścięgniaste, przyspieszenie tętna, uczucie ciężaru w piersiach, bóle żołądka, nudności, objawy dyspeptyczne, utratę łaknienia na przemian z jego wzmożeniem itp. W następstwie długotrwałego działania wstrząsów występują zaburzenia czuciowe dotyczące czucia bólowego, dotykowego, równoległe z zaburzeniami naczyniowymi

i z zaburzeniami troficznymi, które wystąpić mogą w skórze, mięśniach i stawach.

W powyższym ujęciu skargi traktorzystów są następstwem doznań, których przyczyna tkwi znacznie głębiej, niżby to pierwotnie można było sądzić.

Pracę tę uważamy za pierwsze doniesienie, jest ono próbą powiązania (w oparciu o terenowe badania ambulatoryjno-kliniczne) przyczyn i skutków, jakie obserwujemy w środowisku pracy traktorzysty.

Dalsze nasze badania będą szły w kierunku ustalania tych związków.

PIŚMIENICTWO

1. Andreewa-Gałałanina E. C. — *Gigiena i Sanitaria*. Nr 11, str. 19, 1946.
2. Andreewa-Gałałanina E. C. — *Gigiena i Sanitaria*. Nr 9, str. 22, 1949.
3. Andreewa-Gałałanina E. C. — *Gigiena i Sanitaria*. Nr 10, str. 3, 1950.
4. Bykow K. M. i Kurcin I. T. — Kortiko-wisceralnaja teoria patogeneza jazwiennoj bolezni. Moskwa, 1952.
5. Leites R. G., Marcinkowski W. I. i Hetianow L. K. — *Gigiena Truda i promyszlennaja Sanitaria*. Moskwa, 1950.
6. Meyer A. H. — *Le Medicin d'Usine*. Nr 8, str. 482, 1950.
7. Rusecki I. I. — *Kliniczeskaja Neirowegetologia*. Moskwa, 1950
8. Soroka K. H. — *Zeitschr. f. Orth. u. i. Grenzgeb.* Vol. 80, str. 488, 1951.
9. Wedell C. i Cummings — *Journ. of Exper. Psych.* Nr 22, str. 713, 1938.
10. Zięborakowa M. i Kromołowska M. — *Bezpieczeństwo i higiena prac.* Vol. V, str. 94, 1951.

Р Е З Ю М Е

Факторы вредно действующие во время работы на организм тракториста надо рассматривать совокупно. Среди разнообразных факторов изменяющихся в течение работы, постоянными являются только механические сотрясения, вызванные ходом трактора. Эти сотрясения показывают горизонтальную амплитуду в 2,8 мм, перпендикулярную в 4,5 мм, частоту 630—720 Hz (по измерениям на тракторе Урсус 45). Механические содрогания, проводимые экстеро и интерорецепторами, воспринимаются мозговой корой. Ткани переносят эти импульсы, которые распространяются радиально и являются причиной расстройства вегетативной системы. Расстройства эти авторы констатировали у трактористов во время и после работы. Клинические изменения изучаемые авторами носят характер функциональных изменений, преимущественно сосудистой системы, они зачислены нами, как нейровегетативный периферический синдром.

SUMMARY

Harmful factors influencing the state of health of the tractor driver during his work should be regarded as a complex. While other factors may change, there remains one stable factor — mechanic vibrations coming from the running engine, as well as those resulting from the movement of the tractor along the road. The average values of the vibrations, as measured on the tractor Ursus 45, are as follows: horizontal amplitude = 2,8 mm; vertical amplitude = 4,5 mm, frequency = 630—720 Hz.

Mechanic vibrations are transferred by the system of extero- and interoceptors and received in the cerebral cortex. Mechanic impulses travelling through tissues and spreading in the nervous system cause disturbances in the vegetative system. These disturbances can be observed in tractor drivers during and after work. Clinical changes found in the group of tractor drivers examined by the authors are of functional character and can be observed chiefly in the vascular system as vasomotoric disturbances. The authors classify this clinical picture as a peripheral neurovegetative syndrome.