

STOSOWANIE KAMERY DO ZDJĘĆ SZYBKICH W BADANIACH MASZYN ROLNICZYCH W VÚZS

Jaroslav Kalina

Instytut Badawczy Maszyn Rolniczych, Praga 4 — Chodov

W Instytucie maszyn rolniczych VÚZS w Pradze (Czechosłowacja) stosuje się kamerę do zdjęć szybkich w badaniach naukowych. Zdjęcia przyspieszone dają dobre wyniki przy badaniu kinematyki procesów i mechanizmów maszyn rolniczych już od r. 1958. Dzięki tej metodzie rozwiązano ok. 40 zagadnień. Równocześnie z testacją maszyn prowadzi się także na szeroką skalę prace teoretyczne. Program pracowni zajmującej się filmem przyspieszonym w ramach VÚZS dotyczy:

- rozwiązywania problemów samodzielnie,
- współpracy przy opracowywaniu tematów z innymi zakładami Instytutu,
- usług dla przedsiębiorstw produkujących maszyny rolnicze,
- prowadzenia badań dla innych instytutów, szkół i przedsiębiorstw w całej Czechosłowacji.

Wykonywane przez nas prace podzielić można na trzy grupy:

1. Analiza jakościowa — stwierdzenie, czy zjawisko zachodzi w ogóle, sprawdzenie przebiegu procesu, ustalenie przyczyn usterek mechanizmu na skutek obróbki materiału i transportu maszyny.

2. Analiza ilościowa — wyznaczenie kinematycznych parametrów ruchu mechanizmów — trajektorie, punktów mechanicznych lub też cząstek materiału, jako funkcje czasu, pozwalające wyznaczyć drogę oraz prędkość przyspieszenia.

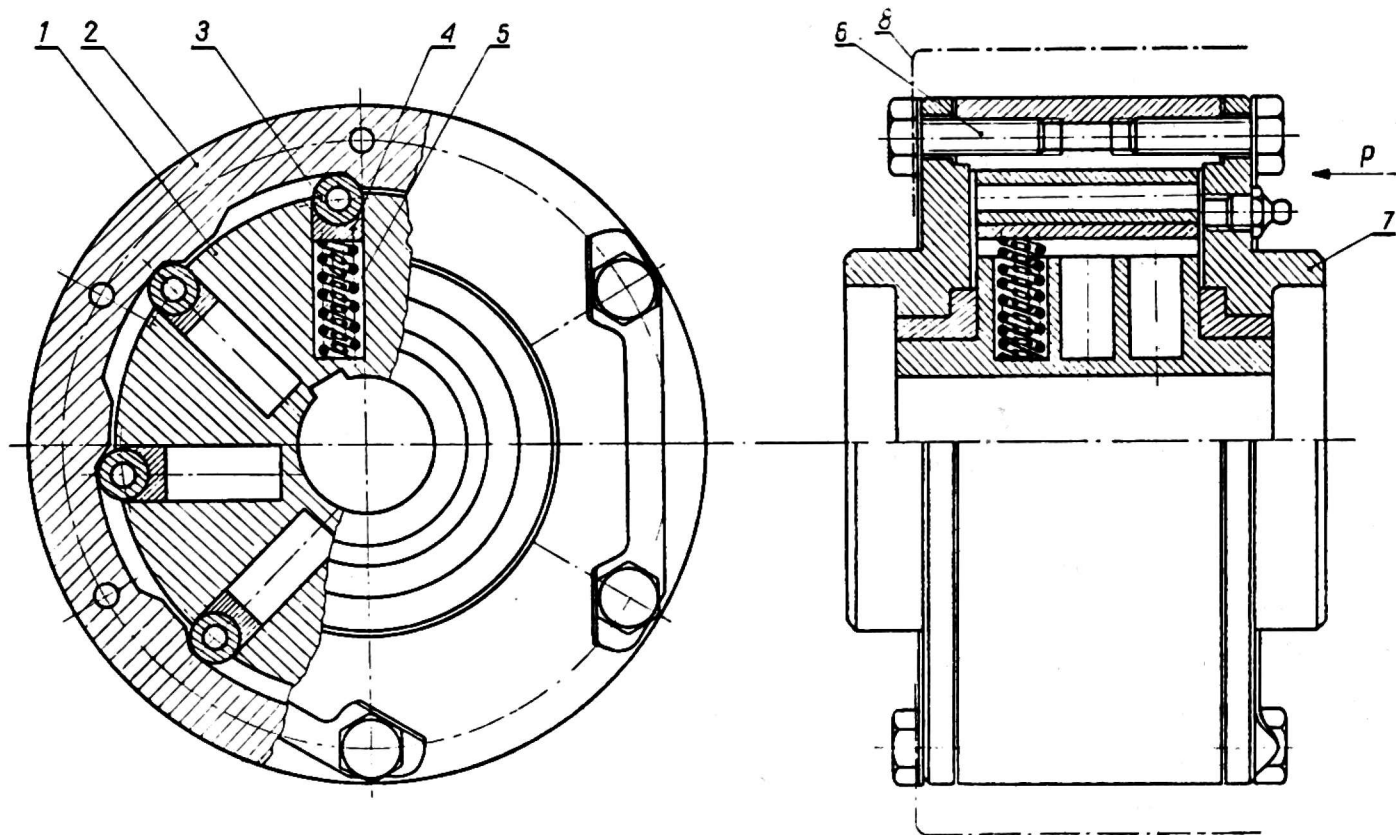
3. Kompleksowe badania dynamiki maszyn lub procesów aparaturą tensometryczną zsynchronizowaną z kamerą do zdjęć przyspieszonych.

Pracownia do zdjęć przyspieszonych w VÚZS jest systematycznie rozwijana i wyposażana. Zakres przeprowadzanych prac jest w Czechosłowacji duży. Mamy własne laboratoria: obróbki taśmy i analizowania materiałów filmowych.

Obecnie kończy się wyposażanie autobusu do filmowania kamerą do zdjęć przyspieszonych. Dzięki niemu będzie można wykonywać pracę w terenie, w przedsiębiorstwach produkcyjnych i podczas pracy maszyn w polu. Samochód filmowy posiada własne źródło energii elektrycznej.

Również w wozie tym można będzie wywoływać próbki filmu, wyświetlać i ustalać korekty badań.

Jedną z ostatnich prac było zbadanie kinematyki sprzęgła przeciążeniowego produkowanego w Agrostroju Pelhřimov w celu stwierdzenia momentu hamowania. Na podstawie analizy statycznych stosunków siły i kinematyki mechanizmu sprzęgła, był badany również wpływ kinematyki sprzęgła na żywotność sprężyn. Sprzęgło zabezpieczone (rys. 1) włącza się jako człon pośredni do systemu maszyny, który przenosi moment hamowania. Na jedną część wału nałożony jest wirnik (1), który za pośrednictwem wałków (3) dociskany jest do przekładni zębatej sprężynami (5) przez poduszki oporowe (4) łączy wirnik z kołem zapadkowym (2), które łączy się z drugą częścią wału. W wypadku jeśli moment hamowania przekroczy określoną granicę, koło zapadkowe przeskakuje i w ten sposób uniemożliwia przeniesienie szybszego momentu hamowania.



Rys. 1. Sprzęgło ochronne WSZ-140

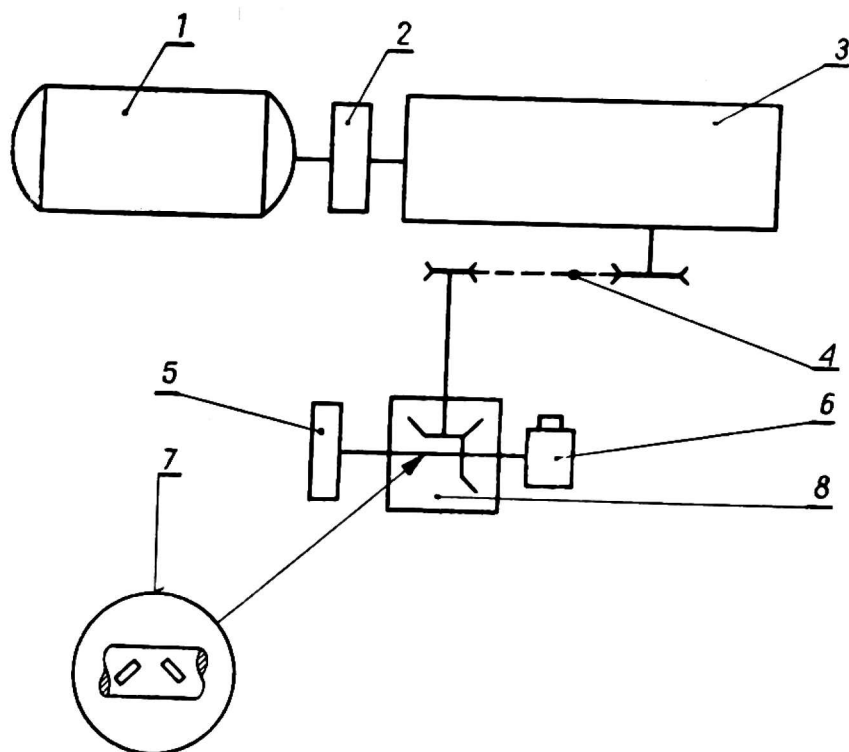
1 — wirnik, 2 — koło zapadkowe, 3 — wałek, 4 — łożysko wałka, 5 — sprężyny, 6 — śruba pokrywy, 7 — pokrywa, 8 — umieszczenie hamulca przenośnego

Dzięki eksperymentowi stwierdzono, że najbardziej narażoną częścią sprzęgła na zniszczenie są sprężyny i że do uszkodzeń dochodzi 10 razy szybciej niż się spodziewano. Dlatego też zdecydowano się na sfilmowanie kamerą do zdjęć przyspieszonych mechanizmu pracy sprzęgła. Powierzchnia czołowa sprzęgła (7 — rys. 1) została wykonana z pleksiglasu, a z drugiej strony umieszczono hamulec przenośny. Sprzęgło zostało nasadzone na wał napędowy. Nastawiono na określone obroty i dzięki hamulcowi przenośnemu wprowadzono w ruch koło zapadkowe. Sprzęgło

zostało wprowadzone w działanie, a przez pleksyglas filmowano przeskakiwanie łożysk tocznych (wałeczków) i sprężyn. Układ ściany doświadczalnej jest widoczny na rys. 2. Silnik elektryczny miał moc 46 kW, a skrzynka przekładniowa umożliwiła stopniową zmianę obrotów od 170 do 1030 obr./min. Filmowano kamerą ZL-16 produkcji NRD z ustawianą prędkością 1000, 2000 i 3000 kl. zgodnie z liczbą obrotów sprzęgła. Użyto filmu ORWO-NP 71 o czułości 27 din.

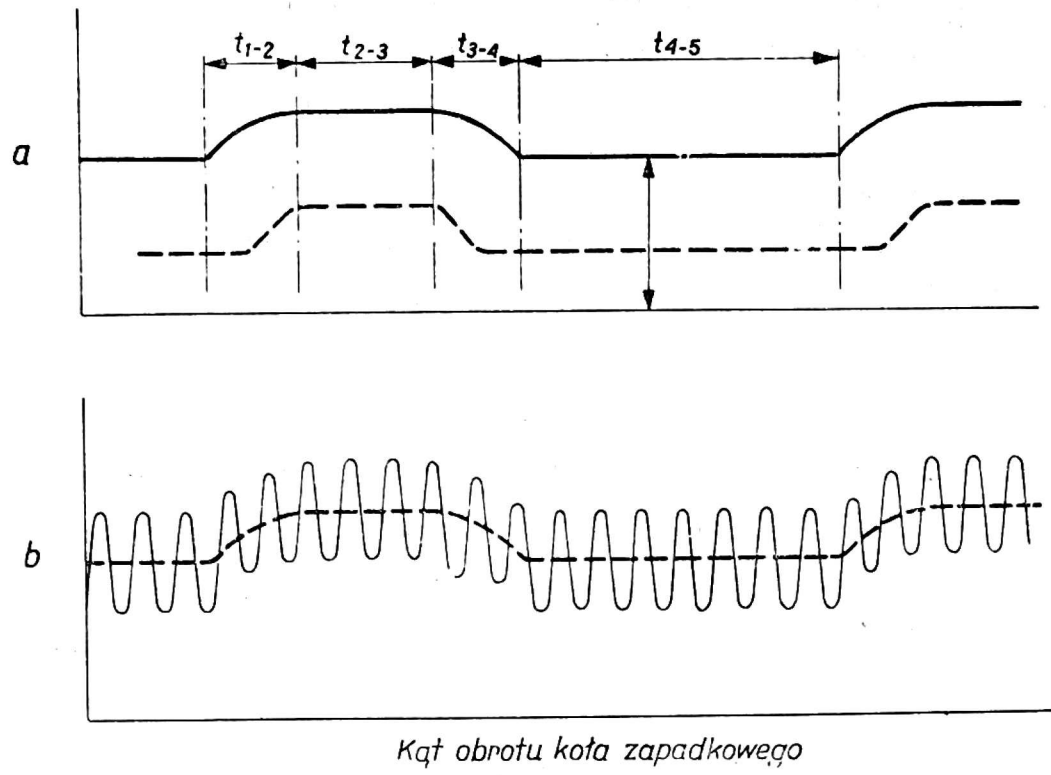
Rys. 2. Schemat ściany doświadczalnej

1 — silnik, 2 — sprzęgło tarczowe, 3 — skrzynka biegów, 4 — przekładnia łańcuchowa, 5 — sprzęgło z hamulcem, 6 — agregat pierścieniowy, 7 — umieszczenie tensometru, 8 — przewód stożkowy

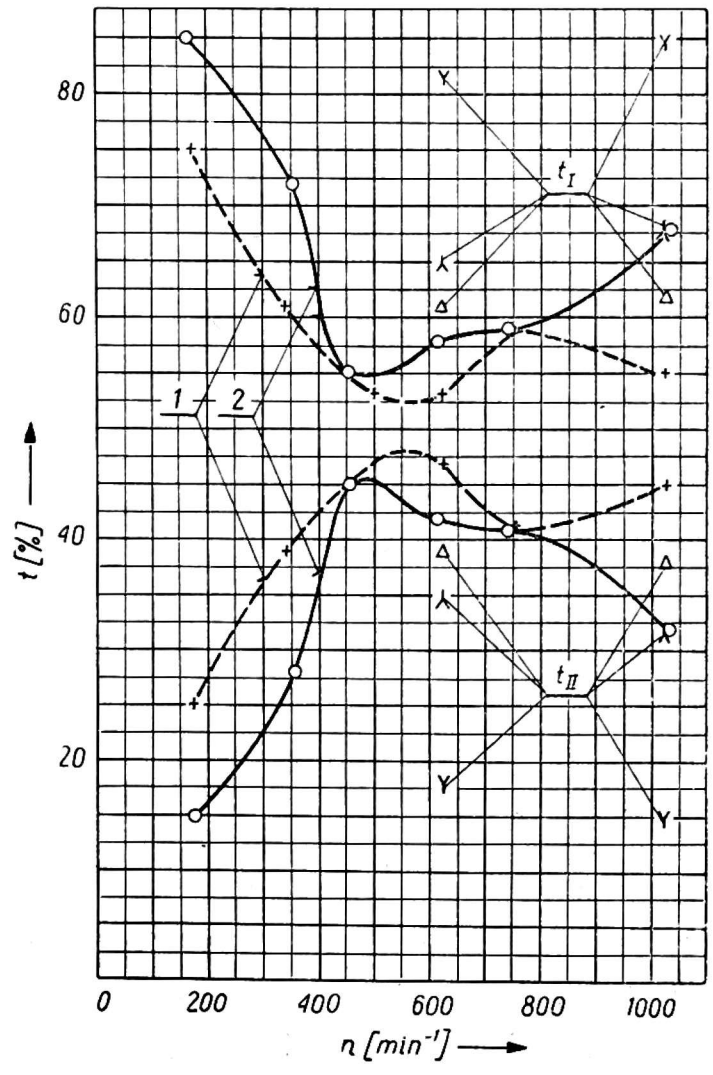


Zagadnienie zmęczenia materiału polega na tym, że część, która pracuje zmiennym obciążeniem w obszarze określonej wytrzymałości zostanie uszkodzona po określonej liczbie cykli, które nawarstwiają się aż do przekroczenia maksymalnego obciążenia w czasie pracy. Wytrzymałość obliczana była pierwotnie na podstawie liczby cykli odpowiadających liczbie przeskoków wałków przez koło zapadkowe (rys. 3 część górna — linia ciągła — przebieg obciążenia dla 750 obr./min i częstotliwość 100 Hz). Przy jakościowej analizie filmu stwierdzono, że sprężyny nie ściskają się tylko przy rozbiegu, ale drgają dzięki własnej częstotliwości, która została obliczona na ok. 1000 Hz. W ten sposób na podstawie obciążenia (dolna część rysunku 3 — linia przerywana) wzrasta drganie o ok. 10 razy, dzięki czemu i czas w którym dojdzie do uszkodzenia jest krótszy.

W dalszym ciągu badań stwierdzono, że nierównomierność ruchu wałeczków po kole zapadkowym jest rozmaita dla różnych obrotów. Biorąc to pod uwagę, częstotliwość drgań sprężyn ma wpływ na określenie trwałości. Ilościowym określeniem wartości przy pomocy filmu były oznaczone czasy $t_I = t_{4-5} + t_{1-2}$ przy mniejszym obciążeniu (rys. 3) i $t_{II} = t_{2-3} + t_{3-4}$ przy większym obciążeniu. Czym jest większy przeskok t_I do t_{II} tym szybciej sprężyny pękają. Wyniki analizy ilościowej podane na rys. 4. Pełna krzywa 2 oznacza przebieg czasu t_I w części górnej, a t_{II}



Rys. 3. Schemat przebiegu obciążania sprężyn w wyznaczonym czasie
 a — obciążenie wywołane naciskiem sprężyn w czasie ruchu wałeczków po kole zapadkowym; b — obciążenie w uproszczeniu spowodowane własnymi drganiami sprężyny i obciążeniami wałeczków

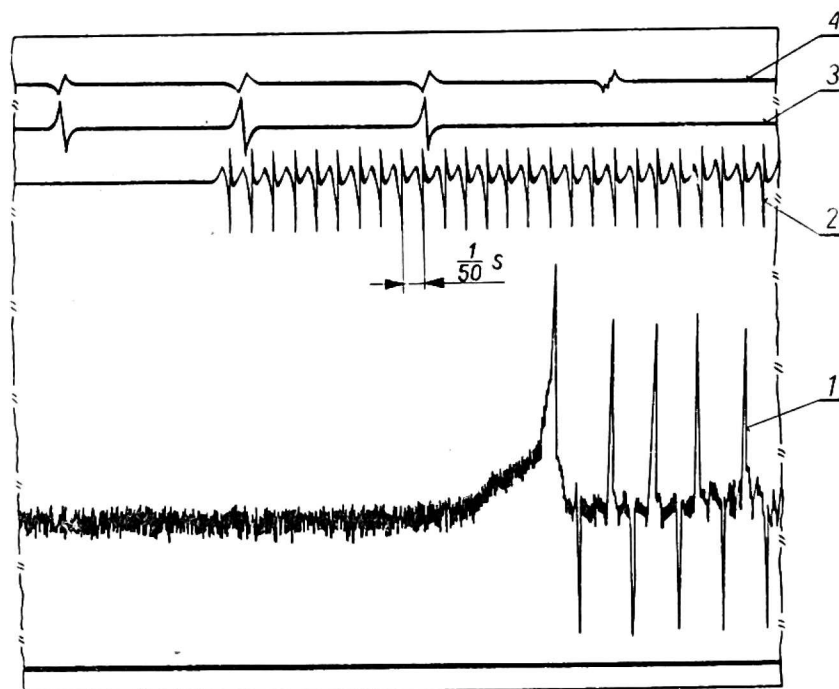


Rys. 4. Przebieg czasów t_I , t_{II} w zależności od obrotów sprzęgła przy podstawowym wykonaniu sprzęgła VSZ-140 krzywa 2

w części dolnej podstawowego wykonania sprzęgła w zależności od obrotów. Zauważamy, że najdogodniejszy obszar jest w okolicach 200 obr./min ($t_1 = 85\%$), a najmniej odpowiedni w części ok. 500 obr./min ($t_1 = 55\%$), gdzie sprzęgło jest najbardziej zużywane.

W dalszym ciągu przy analizie ilościowej filmu została wypróbowana synchronizacja zapisu procesu na filmie i zapisu mierzonego momentu hamowania na oscylogramie (rys. 5). Na oscylogramie przy pomocy aparatury tensometrycznej rejestrowany był moment hamowania (krzywa 1 — początek cyklu pracy sprzęgła). Sygnały elektryczne o częstotliwości 50 Hz z generatora kamery do zdjęć przyspieszonych były ekspozowane na brzegu taśmy filmowej i równocześnie na pętli oscylografu, gdzie były rejestrowane (krzywa 2). Pierwszy znaczek kontrolny na filmie i oscylogramie określa początek synchronizacji, a każdy następny ujednocenia przebieg procesu. Dzięki temu możemy do obrazu mechanizmu na klatce filmowej przyporządkować wielkość mierzoną w tym wypadku moment hamowania.

Opisane badania przeprowadzono przy prędkości przesuwu taśmy 3000 kl./s, uzyskując w czasie projekcji 24 kl./s 125-krotne zwolnienie zmian ruchu.



Rys. 5. Wskaźnik zapisu momentu hamowania od początku działania sprzęgła ochronnego, czas trwania i impulsy znakowania obrotów
1 — moment hamowania, 2 — czas trwania, 3 — obroty koła zapadkowego, 4 — obroty wirnika

STRESZCZENIE

Program pracowni zajmującej się filmem przyspieszonym w ramach VÚZS dotyczy:

- rozwiązywania problemów samodzielnie,
- współpracy przy opracowywaniu tematów przez inne zakłady Instytutu,

— usług dla przedsiębiorstw produkujących maszyny rolnicze,
 — prowadzenia badań dla innych instytutów, szkół i przedsiębiorstw
 w całej Czechosłowacji.

Wykonywane prace można podzielić na trzy grupy:

1. Analiza jakościowa — stwierdzenie, czy zjawisko zachodzi w ogóle, sprawdzenie przebiegu procesu, ustalenie przyczyn usterek mechanizmu.
2. Analiza ilościowa — wyznaczenie trajektorii punktów mechanicznych lub też cząstek materiału, jako funkcje czasu.
3. Kompleksowe badania dynamiki maszyn lub procesów aparaturą tensometryczną zsynchronizowaną z kamerą do zdjęć przyspieszonych.

Jedną z ostatnich prac było zbadanie kinematyki sprzęgła przeciążeniowego, produkowanego w Agrostroju Pelhrimov w celu stwierdzenia momentu hamowania. Na podstawie analizy statycznych stosunków siły i kinematyki sprzęgła był badany również wpływ kinematyki mechanizmu sprzęgła na żywotność sprężyn.

Я. Калина

ПРИМЕНЕНИЕ КИНОКАМЕРЫ ДЛЯ БЫСТРЫХ СНИМКОВ В ИССЛЕДОВАНИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Р е з ю м е

Программа лаборатории занимающейся ускоренным фильмом в исследовательском Институте сельскохозяйственных машин касается:

- решения проблем самостоятельно,
- сотрудничества в разработке тем другими лабораториями института,
- услуг предприятиям производящим сельскохозяйственные машины,
- проведения исследований для других институтов, школ и предприятий во всей Чехословакии.

Проводимые работы можно разделить на 3 группы.

1. Качественный анализ — определение, возникает ли явление вообще, проверка хода процесса, определение причин неполадки механизма.
2. Количественный анализ — определение траектории механических пунктов или же частичек материала, как функции времени.
3. Комплексные исследования динамики машин или процессов с помощью тензометрического оборудования синхронизированного с камерой для ускоренных снимков.

Одной из последних работ было исследование кинематики перегрузочного сцепления производимого в Агрострое Пельгримов с целью определения момента торможения. На основе анализа статистических условий силы и кинематики сцепления, исследовано также влияние кинематики механизма сцепления на жизнеспособность пружин.

J. Kalina

HIGH-SPEED PHOTOGRAPHY TECHNIQUE USED IN THE RESEARCH AT THE INSTITUTE OF AGRICULTURAL MACHINERY

S u m m a r y

High-speed photography technique has been used in the research of kinematics of the processes and mechanisms of agricultural machines at the Research Institute of Agricultural Machinery (RIAM) in Prague-Chodov since 1958. About forty tasks

have been investigated with this technique up to now. The investigations concerned both the practice and the theoretical problems, partly of general nature, but the principal aim has been the application of the technique for the needs of research in agricultural machinery.

The department of basic research of the Research Institute of Agricultural Machinery investigated the kinematics of torque trip devices developed and manufactured by Agrostroj Pelhrimov. Apart from an analysis of static power relations and kinematics of the clutch mechanism, the influence of the kinematics of the clutch mechanism on the lifetime of the clutches was investigated.

It was proved by experiments, that the springs featured the highest failure rate and that the failures occurred about 10 times earlier than expected.

Consequently, it was decided to investigate the operation course of the clutch mechanism by means of a high-speed camera. The head of the clutch was made of plexiglass with a portable brake placed at the opposite side. The clutch was set by means of the rotor into the driving shaft, driven to achieve a certain speed of rotations; then the portable brake was applied to bring the ratchet wheel into motion, which put the clutch into operation, and the jumping over of the rollers and of the spring was taken by a camera through the plexiglass. The electric motor was rated 46 kW and the gears enabled control of rotation in the range of 170-1030 r.p.m. The film was taken with a ZL-16 camera. It has frequencies of 1000, 2000 and 3000 pictures per second, depending on the rotations of the clutch. The film used for the purpose was ORWO-NP 71 of 27 DIN sensitivity.