КОЛЕБАНИЯ ПРОВОДОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЕТРА

УСТАЛОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПРОВОДАХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

1.ВСТУПЛЕНИЕ

2. ВПИЯНИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ

3. РАННИЕ ПРИЗНАКИ

4. ДИНАМИКА РАЗРУШЕНИЯ

АВТОР МАТЕРИАЛА *Ч. РОУЛИНЗ*,

ДОКПАДЫВАЕТ *А. ВИНОГРАДОВ* (**ЗАО ЭССП**)

Вступление

ПОЯВЛЕНИЕ НА ПРОВОДЕ ИЗЛОМОВ – ТРЕВОЖНЫЙ ПРИЗНАК .

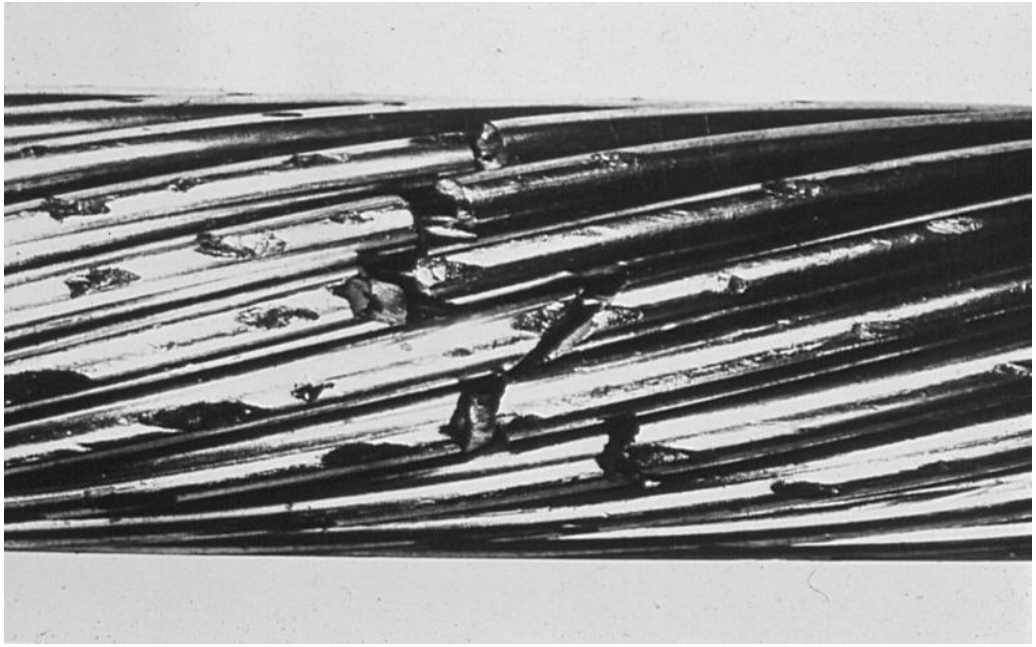
ИЗЛОМЫ ВСЕГДА ПОЯВЛЯЮТСЯ ТАМ, ГДЕ ДВИЖЕНИЕ СВОБОДНО КОЛЕБЛЮЩЕГОСЯ ПРОВОДА СДЕРЖИВАЕТСЯ.

Вступление

ГДЕ ИСКАТЬ ТРЕЩИНЫ?

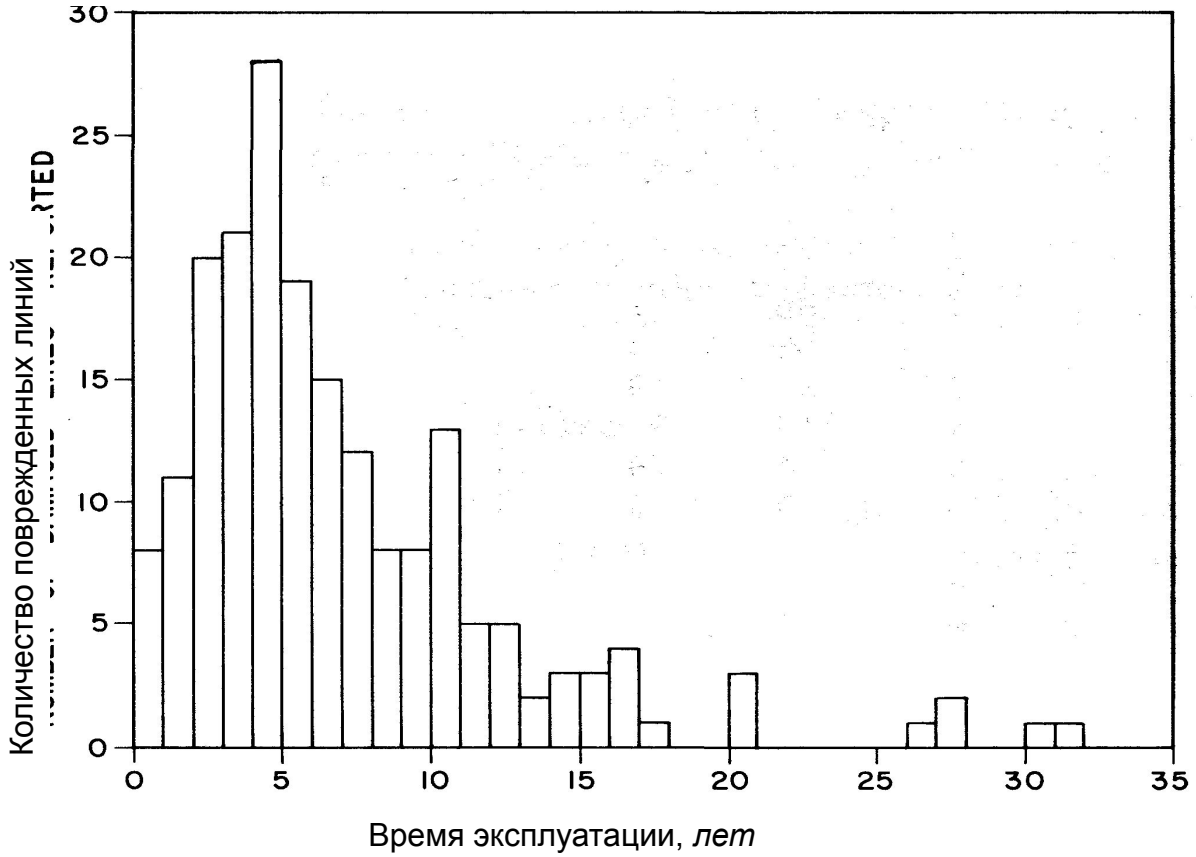
ПРАКТИЧЕСКИ ВСЕГДА – ВБЛИЗИ ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ ЗАЖИМОВ

НО! ЧАСТО ТРЕЩИНЫ ОБРАЗУЮТСЯ НЕ НА ПОВЕРХНОСТИ ПРОВОДА, А ВО ВНУТРЕННИХ ПОВИВАХ



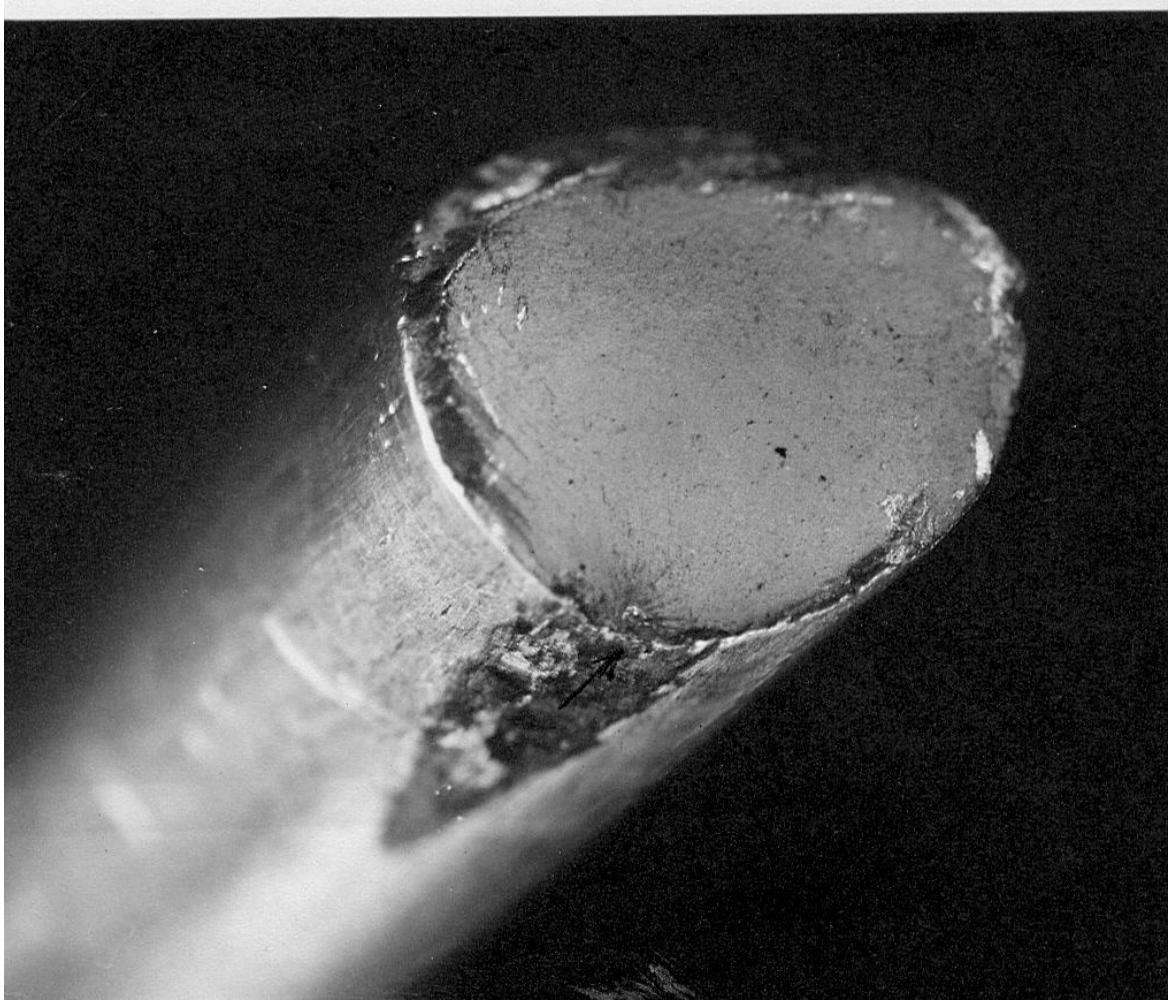
СТОЙКОСТЬ СТАЛИ НАМНОГО ВЫШЕ СТОЙКОСТИ АЛЮМИНИЯ. ПРИ ПОЛНОСТЬЮ РАЗРУШЕННОМ СЛОЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОВОЛОК, СТАЛЬНОЙ СЕРДЕЧНИК ОБЫЧНО ПОЛНОСТЬЮ СОХРАНЯЕТ СВОЮ ПРОЧНОСТЬ

УСТАЛОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПРОВОДАХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ. ВЛИЯНИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ

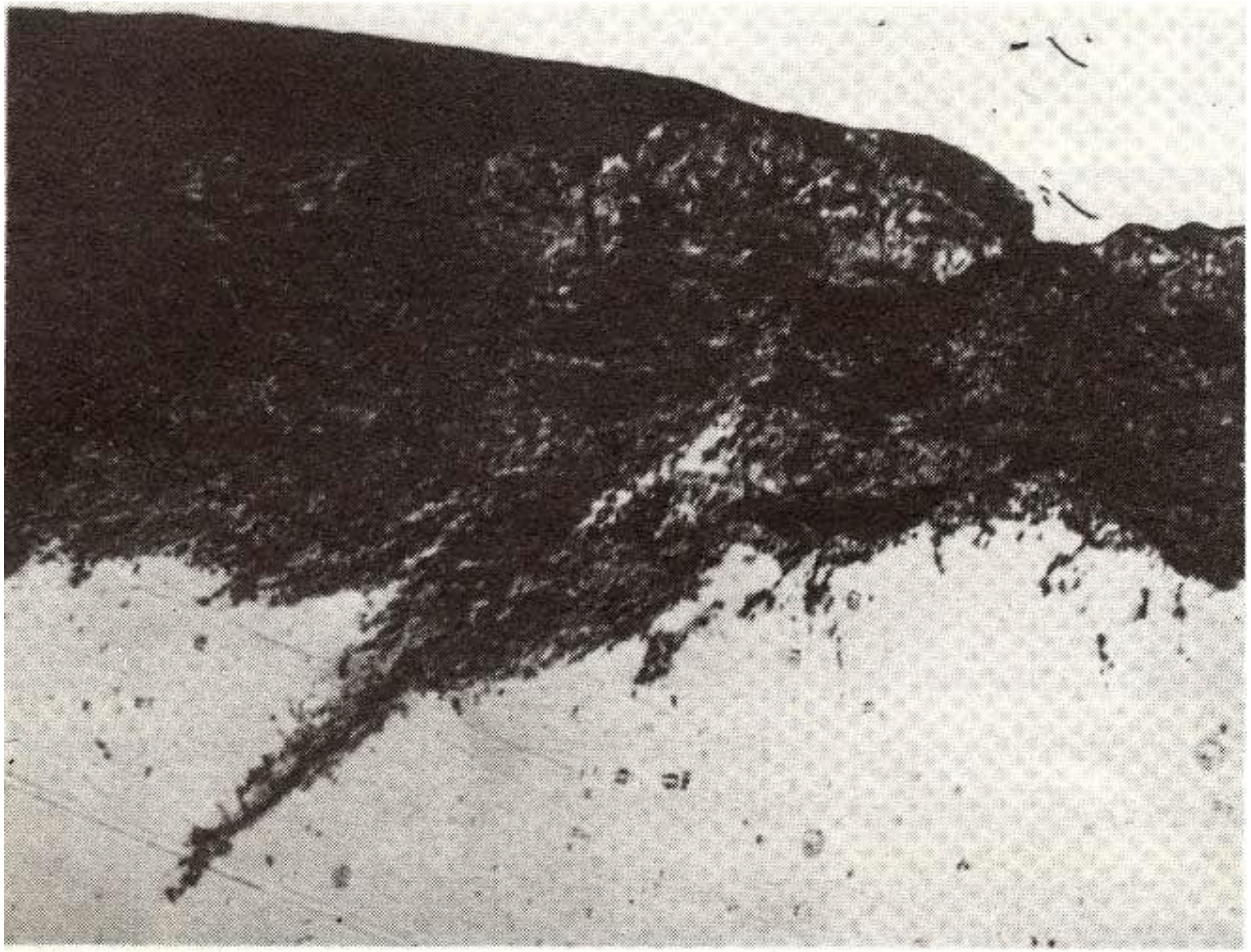


ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫПОЛНЯЛОСЬ ALCOA В 70-Х ГОДАХ ПО ВЛ США

РАННИЕ ПРИЗНАКИ «ПОТЕКИ», ЧЕРНЫЙ ПОРОШОК ОТ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА

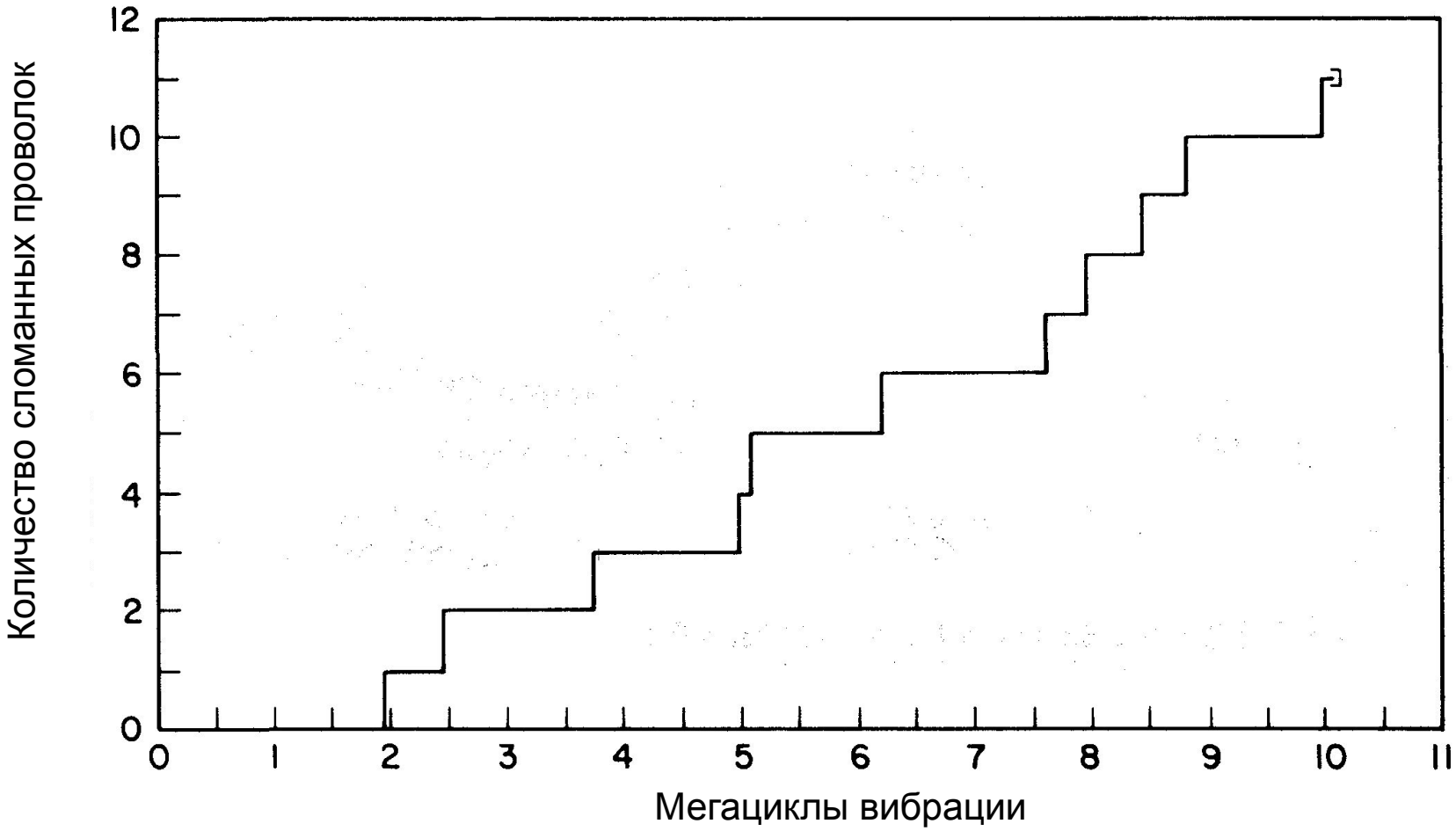


ДИНАМИКА РАЗРУШЕНИЯ



СРЕЗ ЗОНЫ РАЗРУШЕНИЯ (ВДОЛЬ ОСИ ПРОВОЛОКИ) ПОД МИКРОСКОПОМ

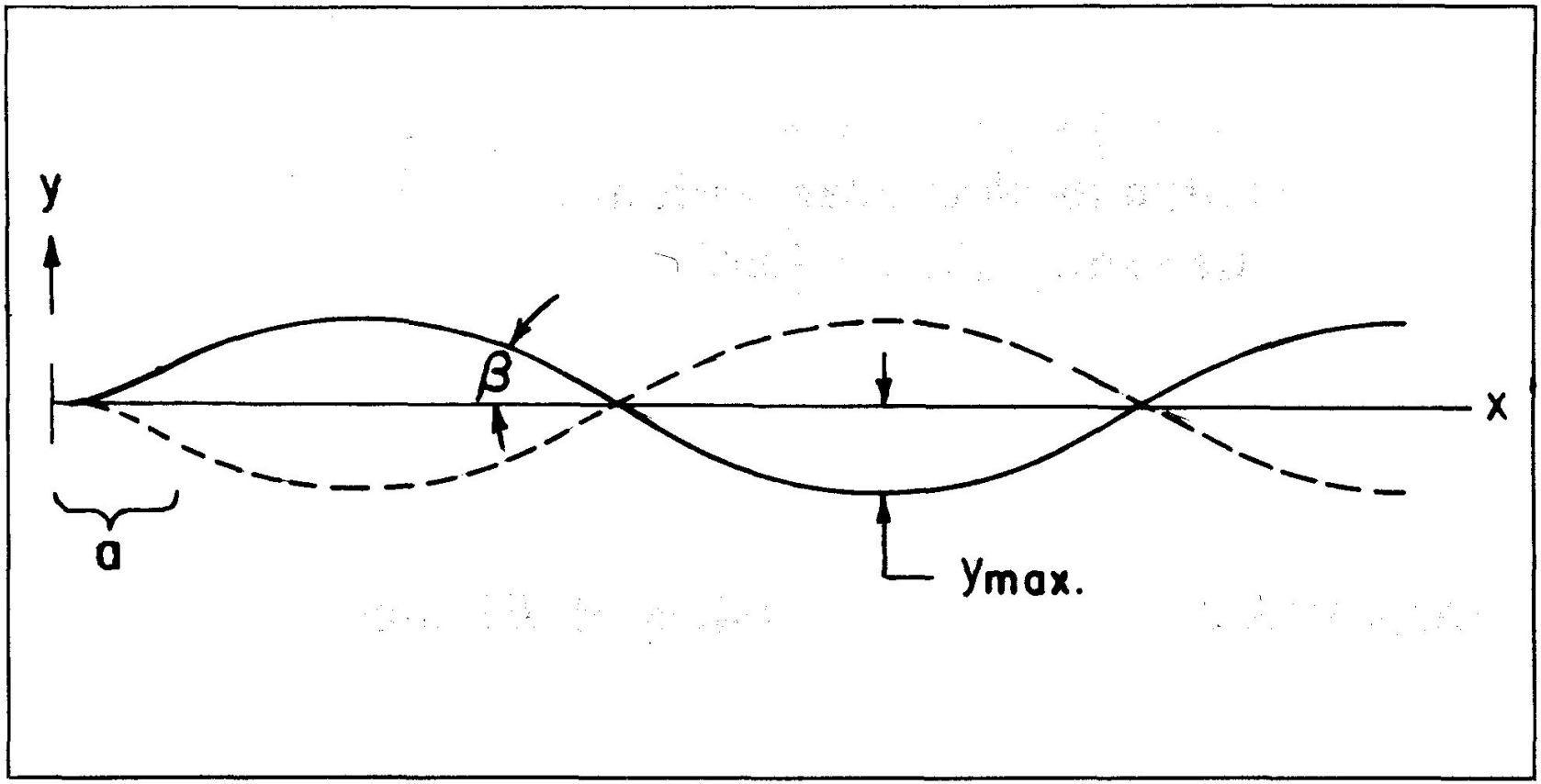
Развитие повреждений



Сопоставление изломов проволок во внутреннем и внешнем повивах

Количество сломанных проволок во внешнем повиве	Количество сломанных проволок во внутреннем повиве												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	117												
1	55	1		1									
2	66	4											
3	53	19	3				1						
4	16	21	13	3									
5	14	8	14	6	2								
6	10	8	17	12	3			1					
7	7	6	15	14	3								
8	7	5	6	7	7	3	1						
9	4	1	4	8	5	1							
10		1	4	1		1	1						
11	3			1	1	1							
12	2		1		1	1				1			
13			2										
14			1	1	1	1							
15		1		1									
16													
17													
18													

Усталость в точке максимального изгиба

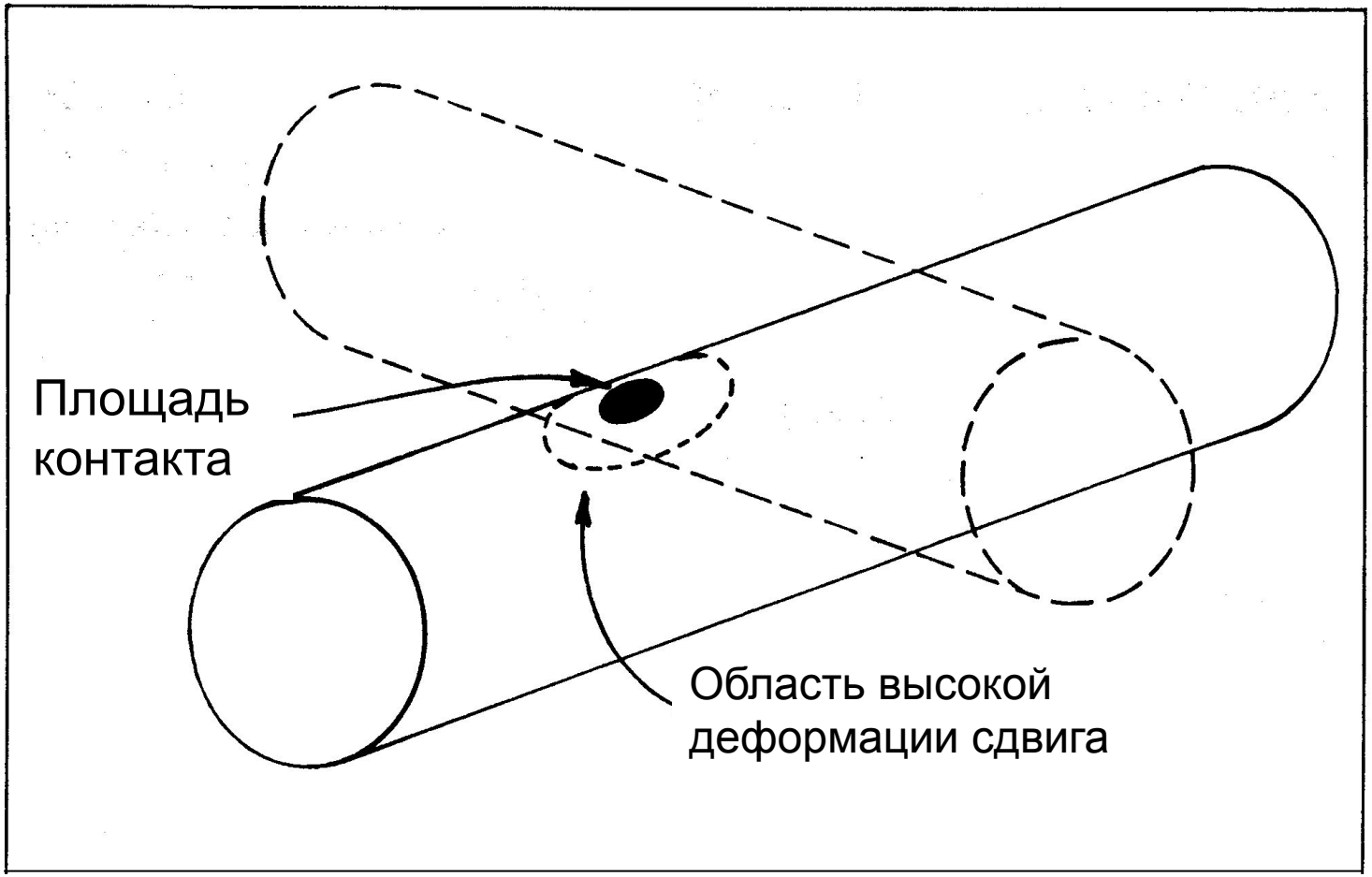


Вибрация в виде стоячих волн при жестко закрепленном поддерживающем зажиме (на левом краю участка *a*)

Максимальный относительный сдвиг между повивами

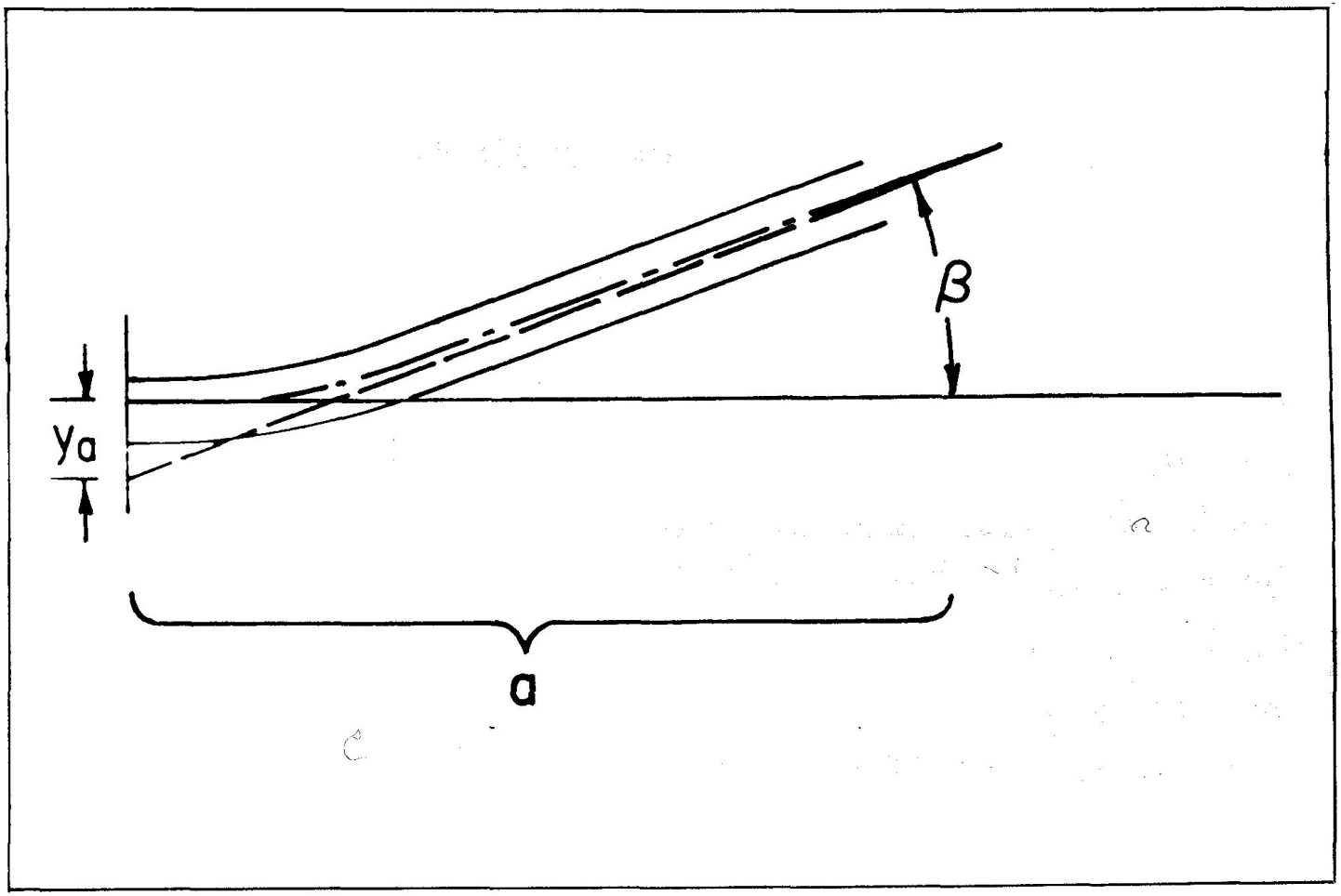
Перемещение проволоки в проводе около поддерживающего зажима

Зарождение трещины при сложном напряженном состоянии



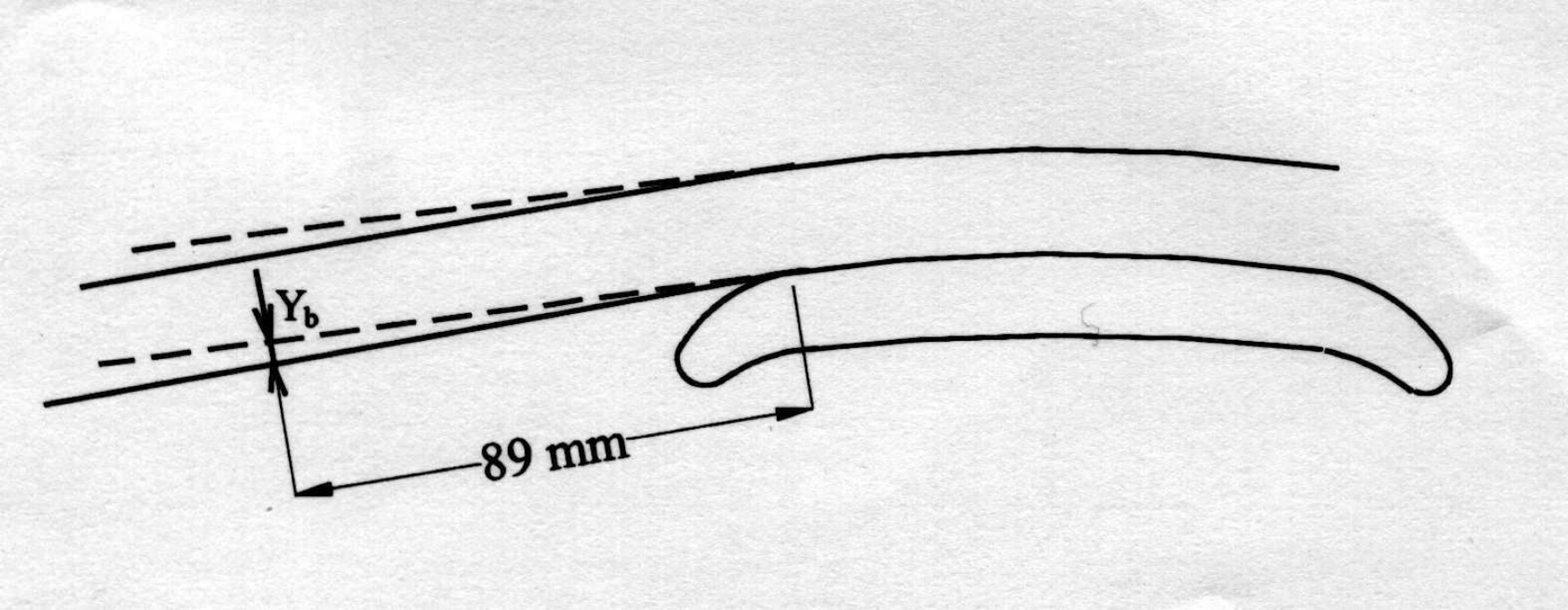
Область внутриповивного межпроволочного контакта

Вычисления по углу изгиба



Увеличенное изображение участка *а (слайд 5)*

Вычисление по амплитуде изгиба



ЗНАКОПЕРЕМЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ В ВЕРХНЕЙ ТОЧКЕ ПРОВОДА, ОПРЕДЕЛЯЕМОЕ:

$$\sigma_a = \frac{dE_a}{2}\sqrt{\frac{H}{EI}}\beta$$

- ПО УГЛУ ИЗГИБА (1)

$$\sigma_a = \pi d E_a \sqrt{\frac{m}{EI}} f y_{\max}$$

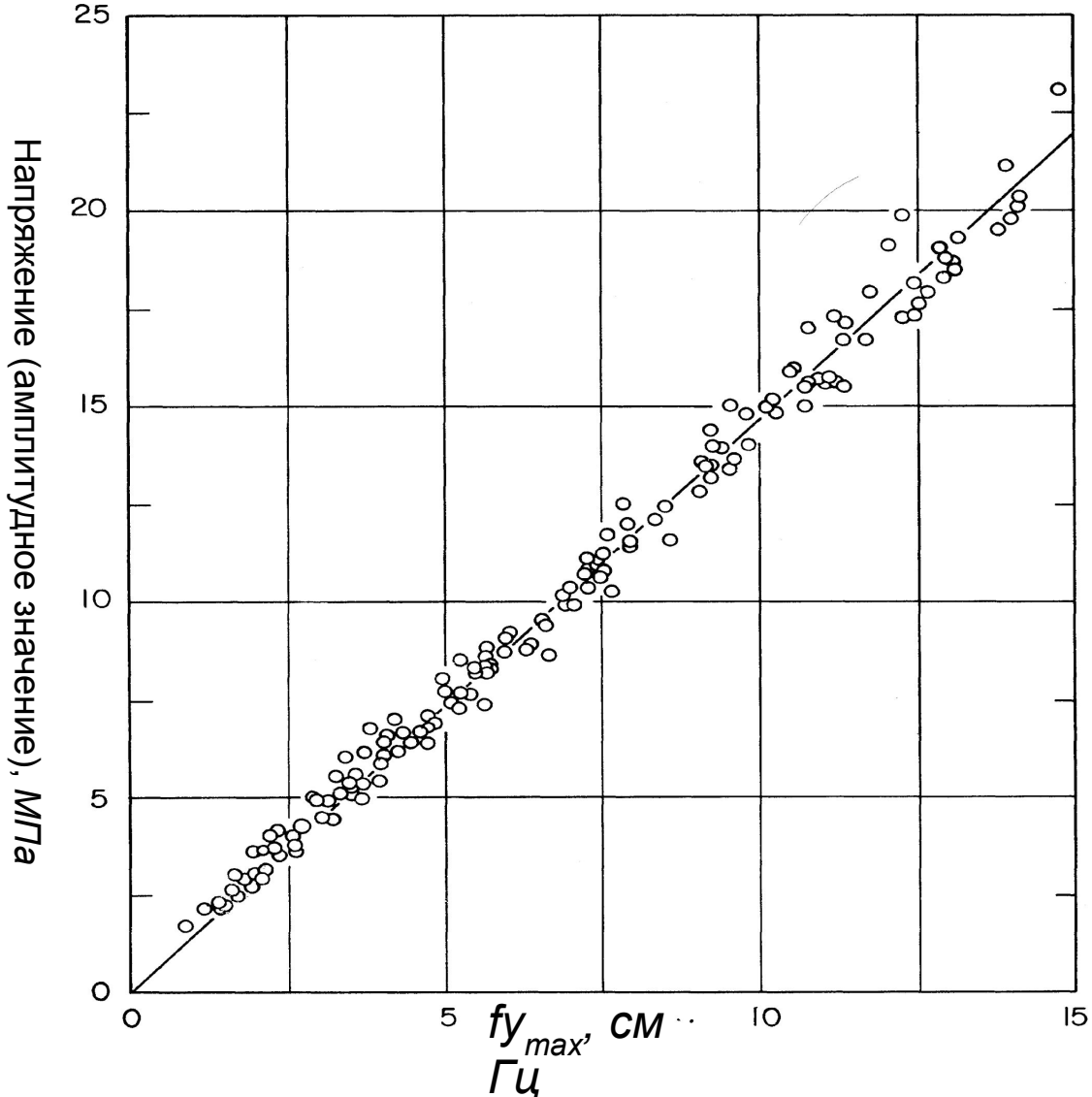
- ПО МАКСИМАЛЬНОЙ АМПЛИТУДЕ ВИБРАЦИИ И ЧАСТОТЕ (2)

$$\sigma_a = \frac{dE_a p^2 4}{e^{(-px)} + 1 + px} Y_b$$

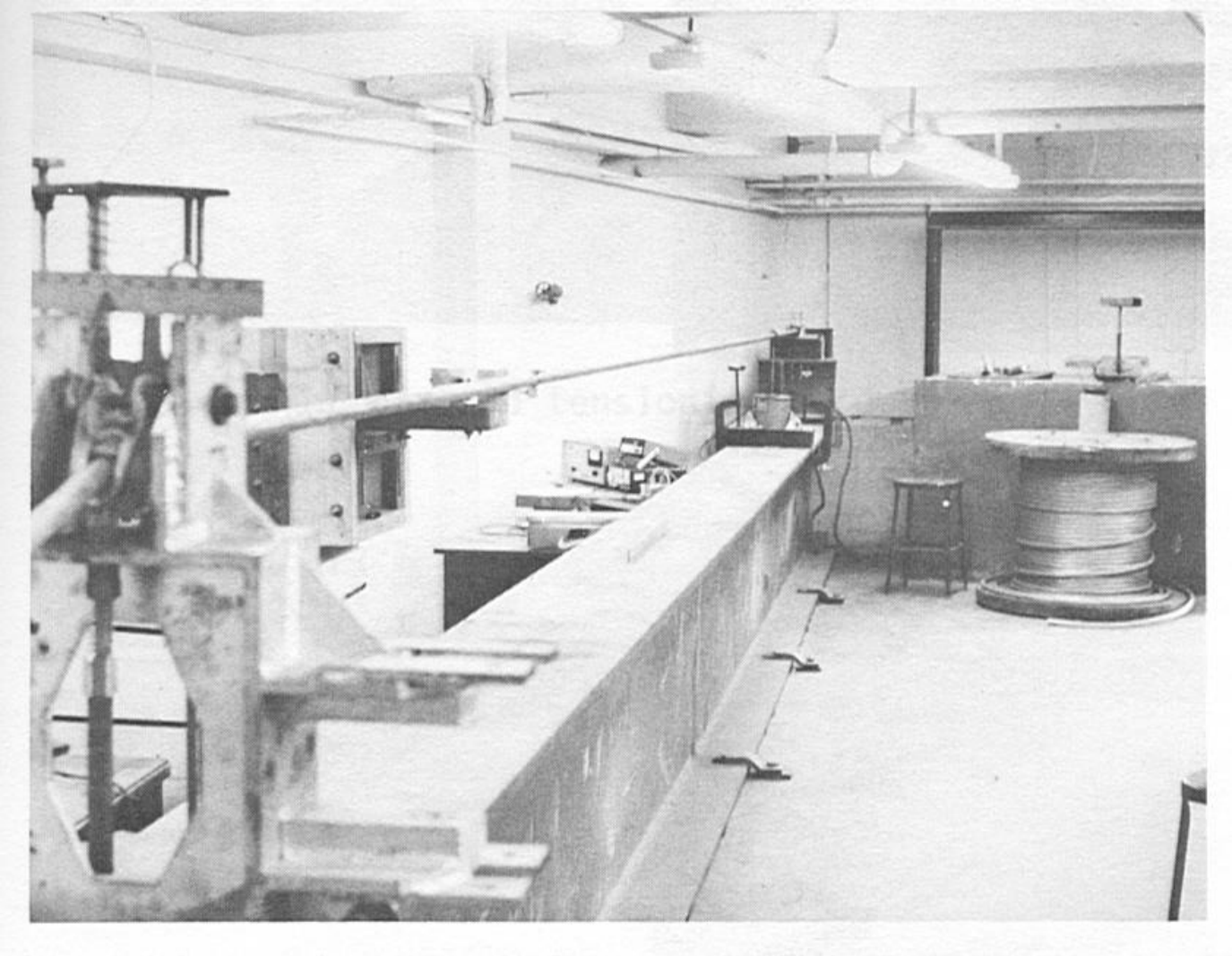
- ПО АМПЛИТУДЕ ОТКЛОНЕНИЯ, ИЗМЕРЕННОЙ НА РАССТОЯНИИ 89 *ММ* ОТ ЗАЖИМА (3)

ФОРМУЛЫ ПОЛУЧЕНЫ ИЗ УРАВНЕНИЯ ПОФФЕНБЕРГЕРА-СВАРТА

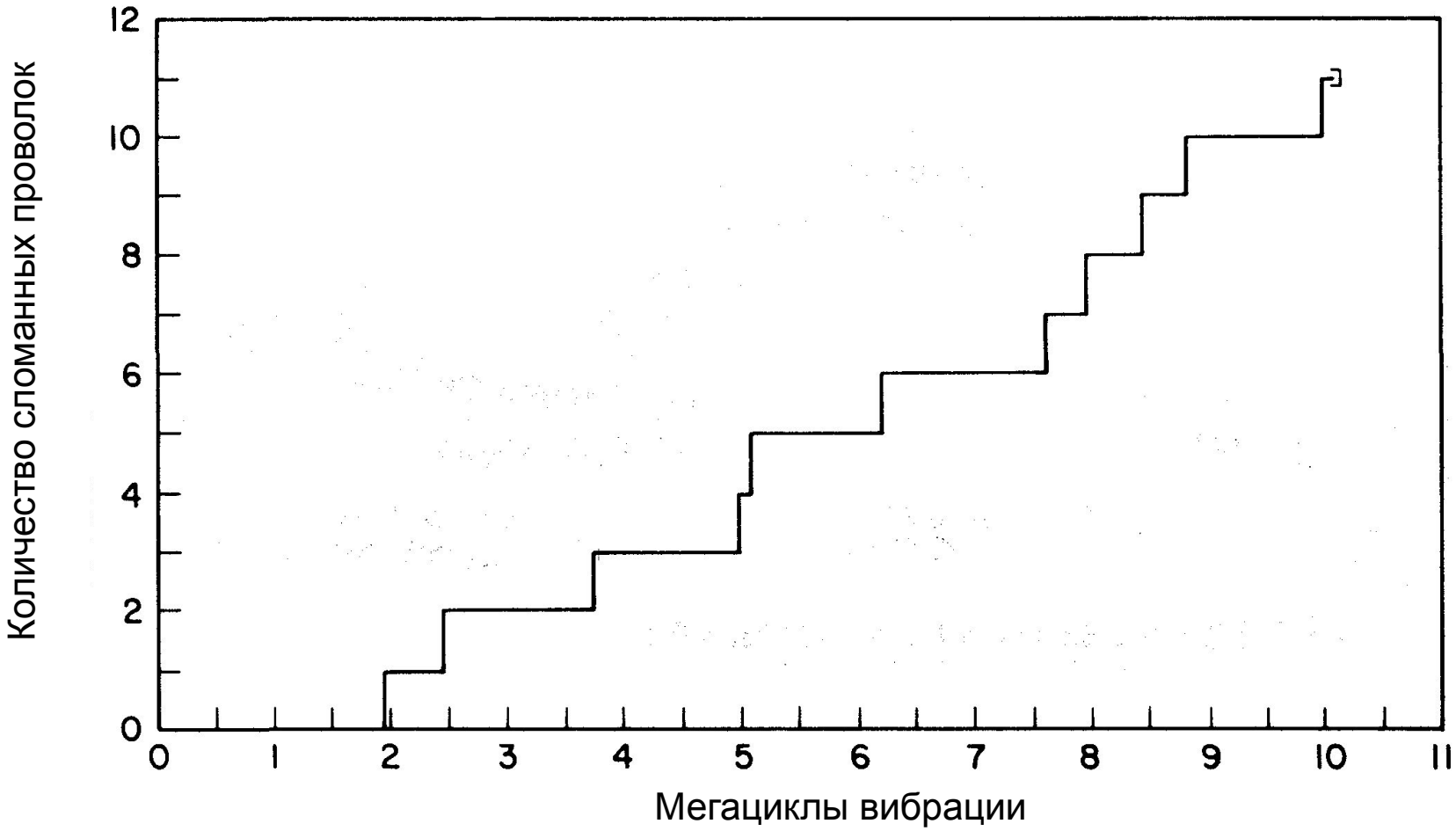
Динамическое изгибное напряжение, базирующееся на тензометрических измерениях, как функция *fymax* . Прямая – расчет по (2)



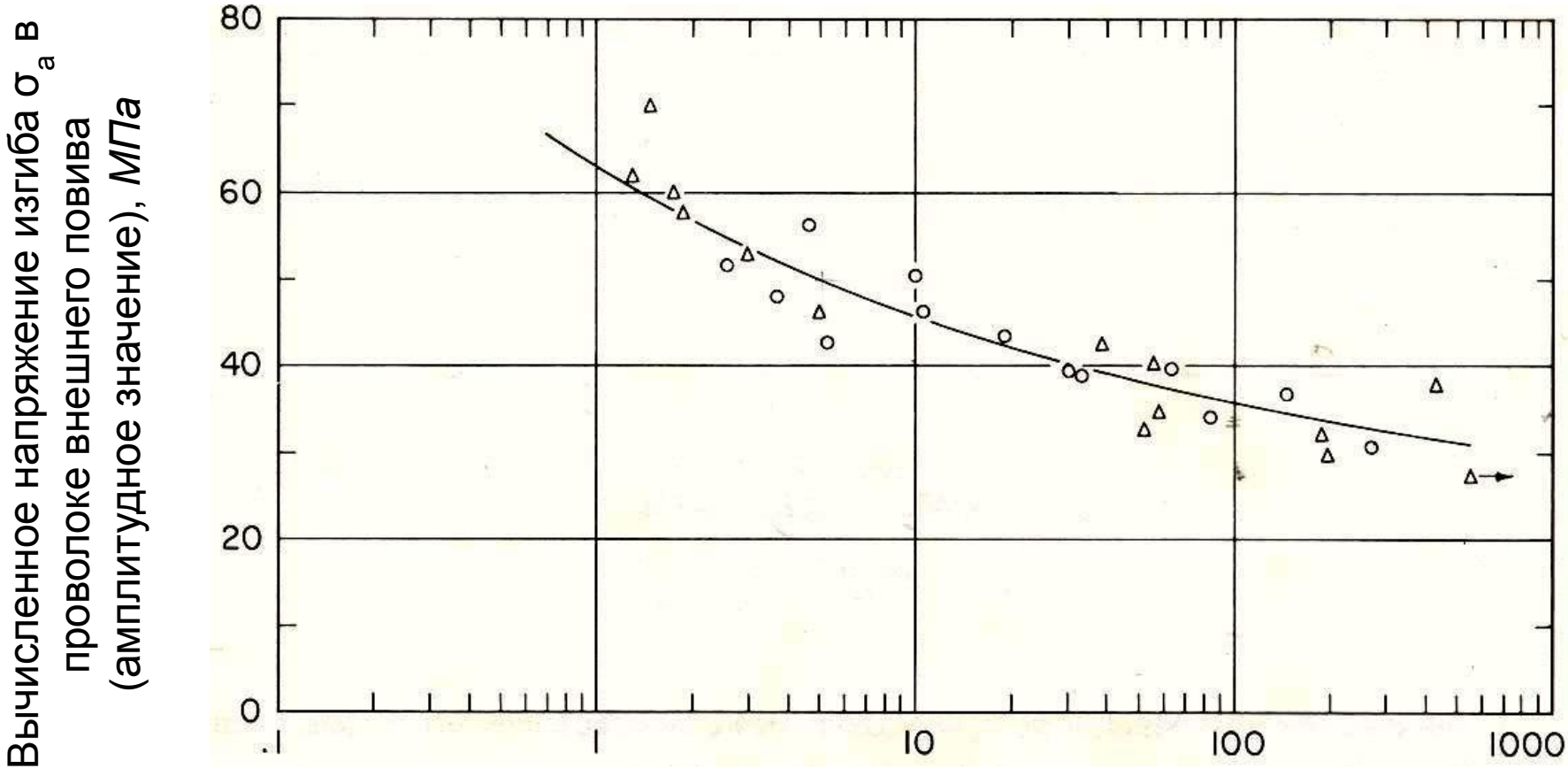
Испытательный пролет в Auburn University



Испытания проводятся до тех пор пока повивы не начнут разрушаться



Результаты испытаний



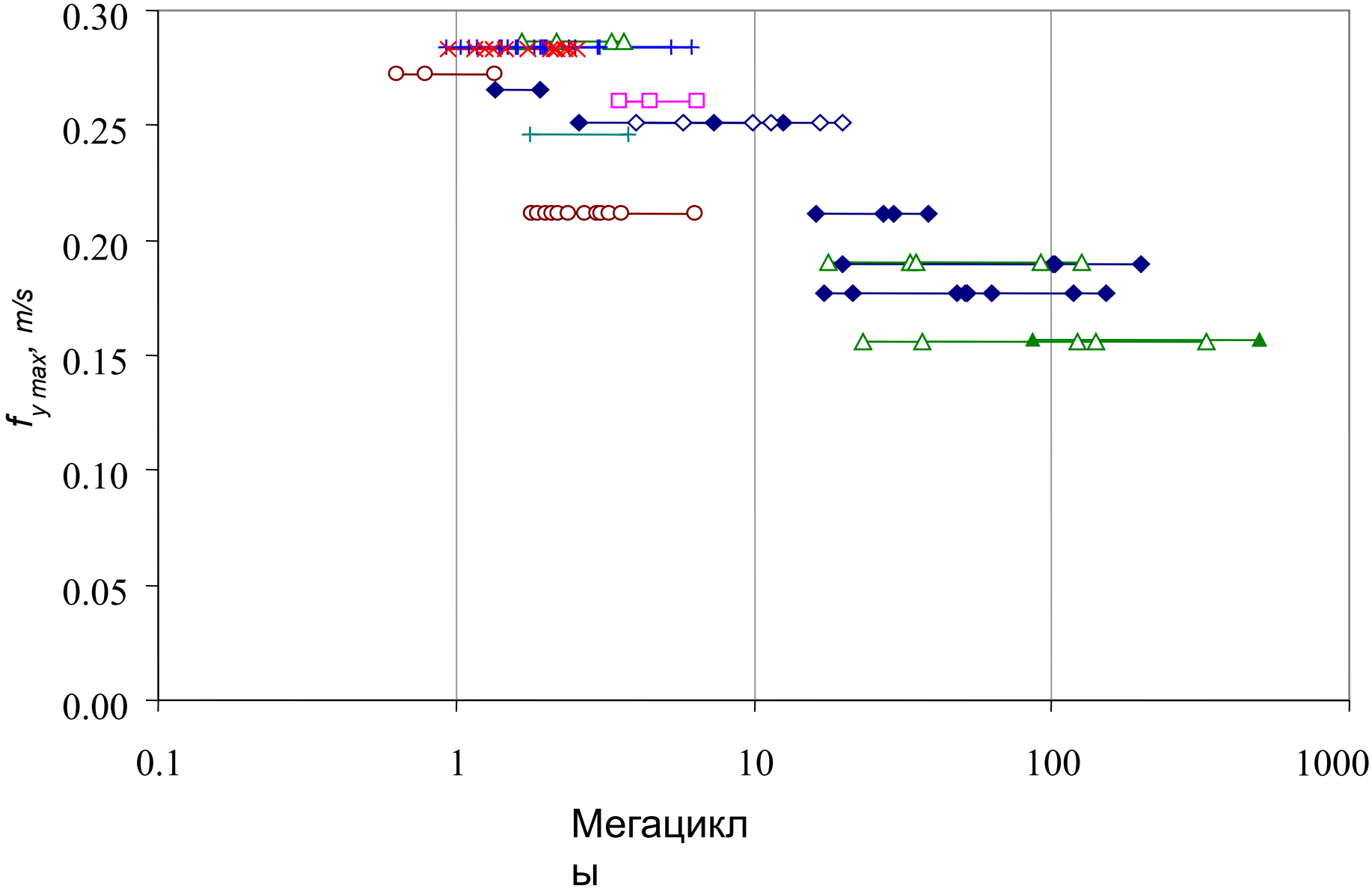
Логарифм среднего значения *N (N*- мегациклы до повреждения)

o Одноповивный сталеалюминиевый провод марки ACSR в зажимах типа “ВМ”

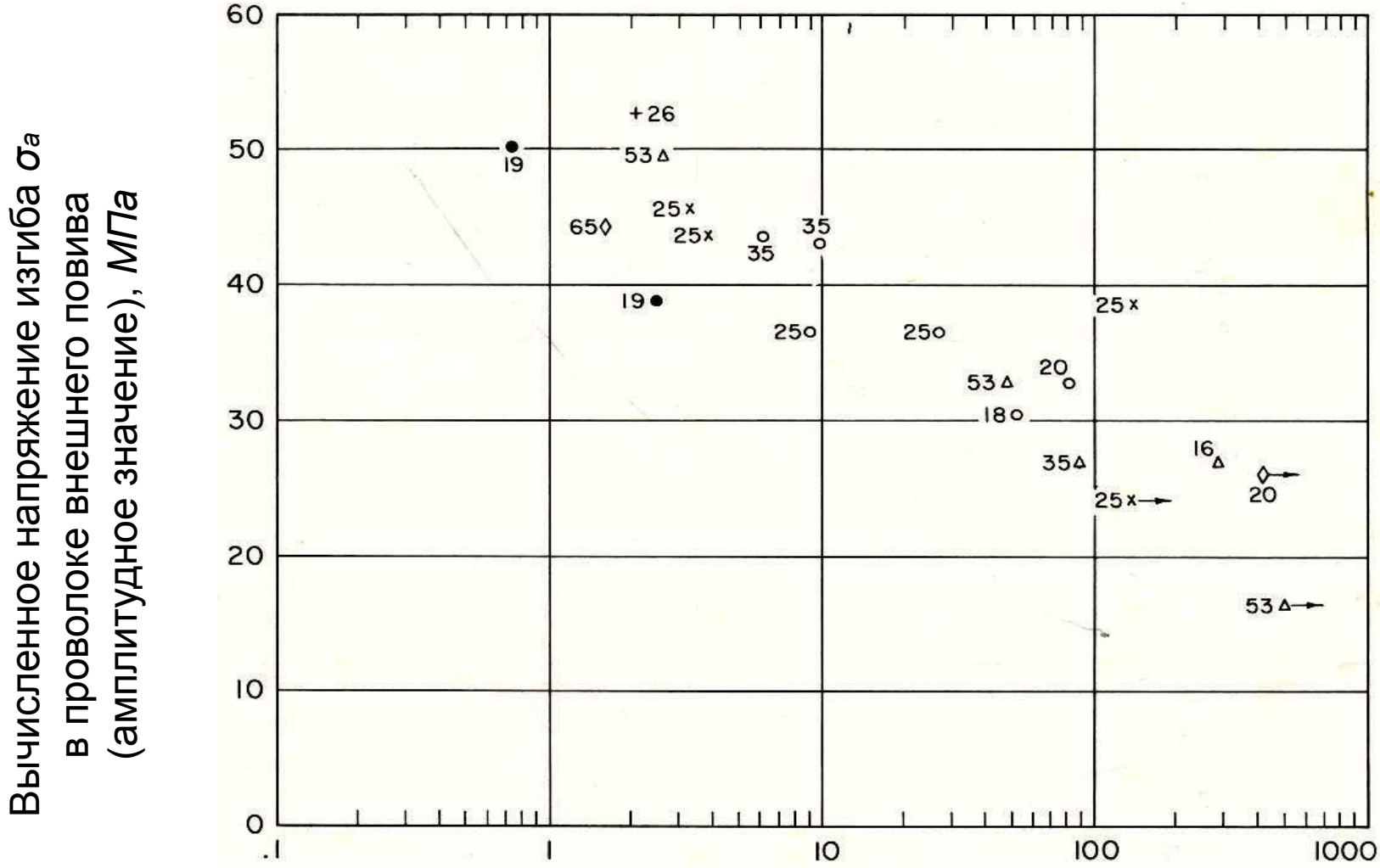
Δ Провод 1/0 ACSR в поддерживающих зажимах

Представлены данные 66 испытаний. Вычисления σ_a – по ур-ю (2)

Результаты испытаний



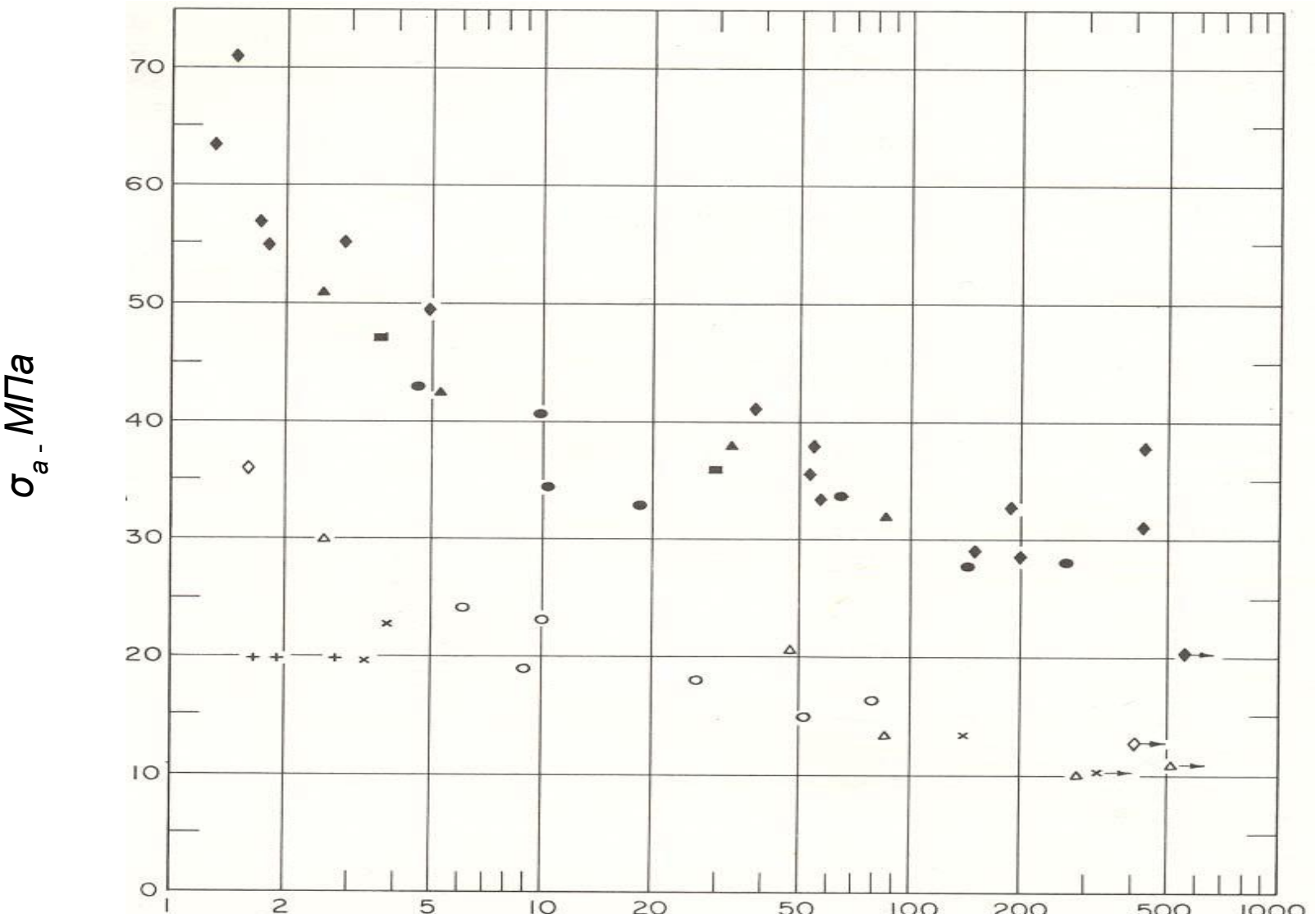
Испытания на усталость многоповивного сталеалюминиевого провода марки ACSR. Представлены данные 68 испытаний. Значения σ_a рассчитаны по уравнению (2). Числа означают тяжение в процентах от номинальной прочности



Логарифм среднего значения *N*

N – мегациклы до повреждения

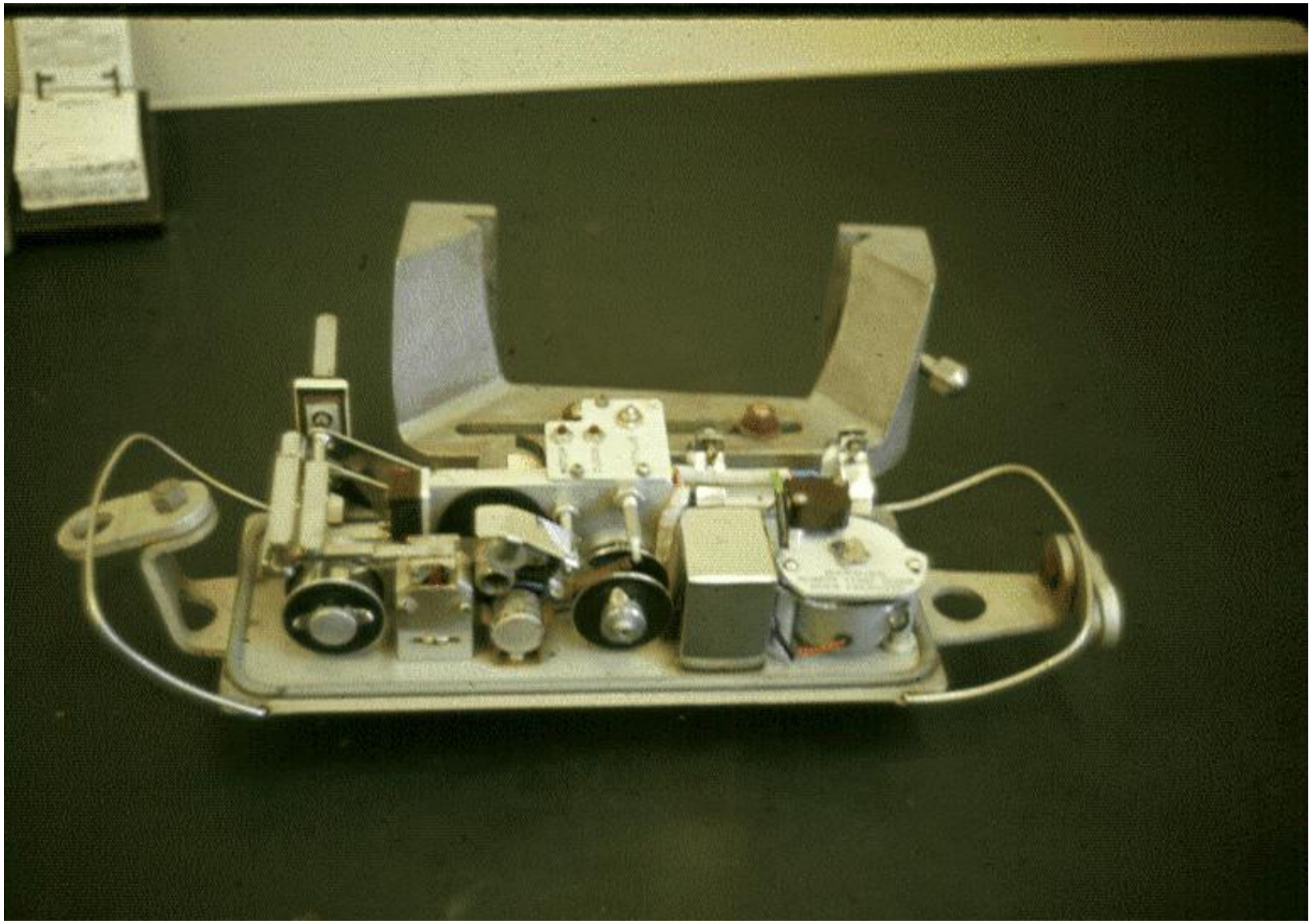
Испытания на усталость сталеалюминиевых проводов, закрепленных в зажимах типа “ВМ” (см. разд. 2.2.5.1) или в стандартных поддерживающих зажимах. Значения σ_a рассчитаны по уравнению (2.15)



Логарифм среднего значения *N* (*N* – мегациклы до повреждения)

Самописец Ontario Hydro

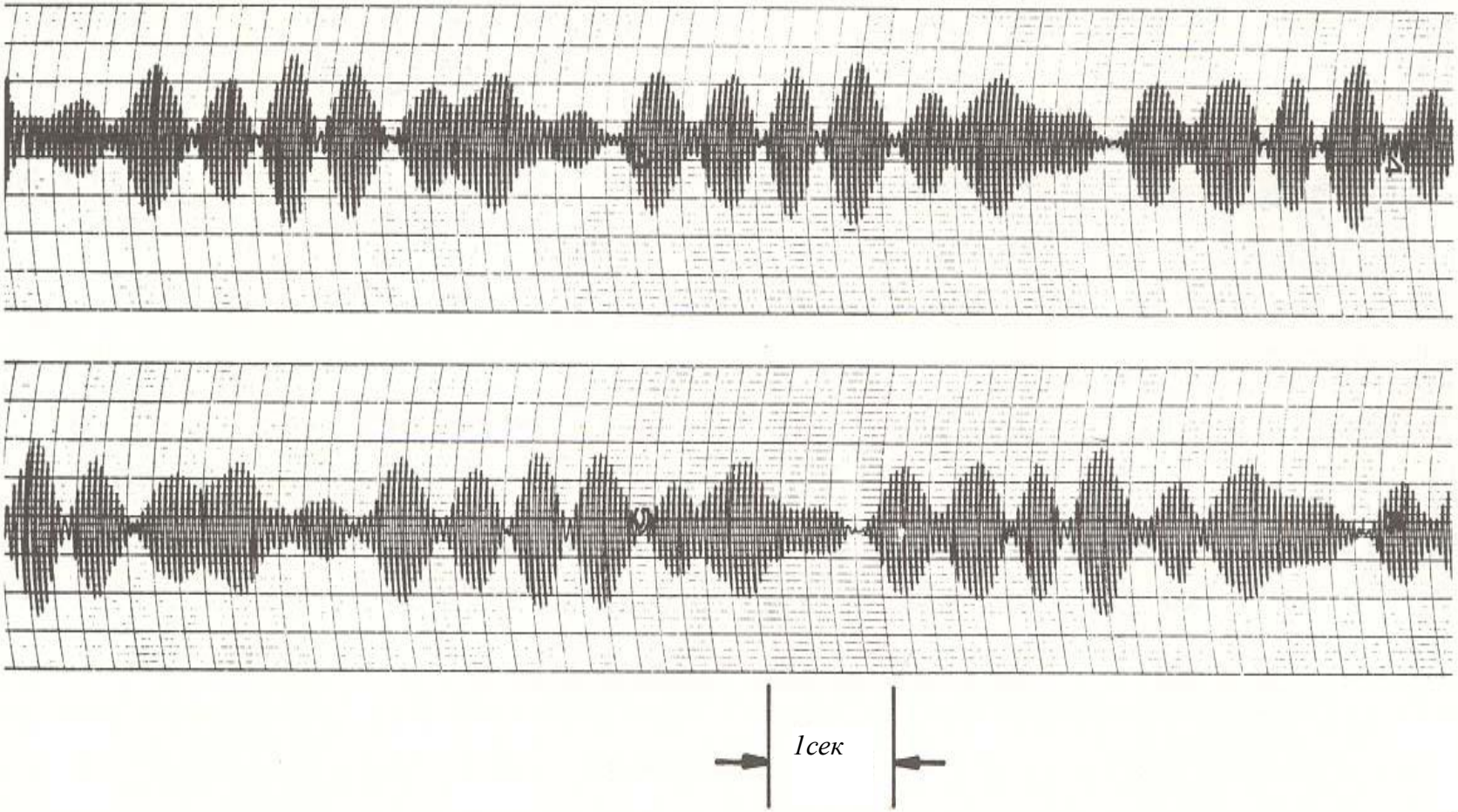
Самописец Ontario Hydro



В современных самописцах используют микропроцессоры и электрические датчики

В современных самописцах используют микропроцессоры и электрические датчики

Расшифровка записей



Представление результатов

Presentation of Results

amplitude [μm]	- 2	2-6	6-10	10-14	14-18	18-22	22-26	26-30	30-34	34-38	38-42	42-46	46-50	50-60	60-80	80-
188 -							53	106	88							
175 - 187					2		22	87	63	8						
163 - 174					2	3	57	212	137	12		2				
150 - 162					2	8	136	398	250	44	2	1	2			
138 - 149		8		3	2	4	241	672	448	128	11	3	2	2		
125 - 137		14	3	1	4	14	491	1186	886	289	24	5	2	9		
113 - 124	2	13	6	1	2	39	827	1945	1632	613	74	8	4	5		
100 - 112	9	41	3	1	5	61	1432	3189	2855	1110	192	51	5	10		
88 - 99	85	68	3	1	3	125	2208	4820	4379	2175	537	119	16	19	5	
75 - 87	23	132	8	3	–	257	3280	6774	6648	3771	1295	329	62	12	13	28
63 - 74	85	271	39	10	21	524	4497	8764	9522	6438	2808	816	132	26	19	183
50 - 62	526	632	268	56	76	1223	6019	11242	13344	10122	5350	1925	364	73	22	234
38 - 49	783	1794	811	321	345	2383	8264	14198	17959	14800	9056	4698	1373	392	29	286
25 - 37	193	5513	1735	968	1263	5156	11581	18581	23780	21600	14054	10071	5266	2761	157	607
13 - 24	589	21784	9261	6234	6457	11907	17856	25611	33513	33459	23799	18960	14465	21270	4093	3129
- 12	5774	60759	65413	–	63801	56228	50274	49418	49241	44917	35043	30919	27064	75408	132946	85669

frequency [Hz]

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ